

RENDICONTI
DELLE SEDUTE
DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 18 febbraio 1906.

F. D' OVIDIO, Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Meccanica. — *Sul problema dei due corpi nella ipotesi di un potenziale newtoniano ritardato.* Nota di GIULIO PAVANINI, presentata dal Corrispondente T. LEVI-CIVITA.

L'ipotesi che le azioni a distanza si propaghino con velocità finita, fu dall'elettrodinamica trasportata all'astronomia, nella speranza che essa valesse a render conto di alcune poche ed eccezionali divergenze fra le osservazioni e le previsioni teoriche basate sulla legge di Newton.

Così Zöllner (¹) applicò al moto dei corpi celesti la legge di Weber, Lévy (²) quella di Riemann.

Fra le leggi di propagazione, che sono state considerate nella elettrodinamica, è senza alcun dubbio particolarmente notevole quella che si fonda sulla sostituzione dei *potenziali ritardati* ai potenziali ordinari (³).

L'impiego di tali potenziali in astronomia non fu per anco discusso, ed è perciò che io mi permetto di farne un primo tentativo nella presente Nota, trattando del problema dei due corpi.

Arrivo facilmente a stabilire le equazioni che reggono il moto relativo, le quali sono insieme differenziali e funzionali. Per quanto interessante dal

(¹) *Principien einer electrodynamischen Theorie der Materie*, Leipzig 1876.

(²) *Comptes rendus*, t. CX, pag. 545.

(³) Cfr. T. Levi-Civita, *Sul campo elettromagnetico generato dalla traslazione uniforme di una carica elettrica*. *Nuovo Cimento*, serie V, vol. VI. Pisa, settembre 1903.

punto di vista analitico, la integrazione rigorosa di queste equazioni sembra presentare gravissime difficoltà. Tuttavia per lo scopo astronomico è sufficiente considerare il caso in cui la velocità di propagazione sia grandissima e ci si limiti alla prima approssimazione. Si è allora ricondotti ad equazioni differenziali ordinarie, che si potrebbero rigorosamente integrare a mezzo di funzioni ellittiche. Però in questo modo non apparirebbero direttamente i caratteri intuitivi del movimento. Ho quindi preferito di interpretare i termini addizionali, che si presentano nelle equazioni del moto, come componenti di una forza perturbatrice e di determinare gli effetti di tale forza col solito metodo della variazione delle costanti arbitrarie.

Ecco i risultati principali ottenuti:

la forza perturbatrice è definita per mezzo degli elementi del moto relativo; contiene il fattore A^2 , essendo $\frac{1}{A}$ la velocità di propagazione dell'attrazione, ed è interamente situata sul piano dell'orbita;

l'asse maggiore e con esso quindi il moto medio non subiscono che variazioni periodiche;

le variazioni secolari dell'eccentricità e non s'annullano per $e = 0$; ciò porterebbe a concludere non essere possibile l'esistenza d'un moto relativo rigorosamente circolare.

Ricorderò ancora come già Lehmann-Filhès ⁽¹⁾ ed Hepperger ⁽²⁾ considerarono gli effetti dovuti alla velocità di propagazione della gravitazione. Essi partono, però, dalla espressione dell'intensità della forza newtoniana modificata per questa causa, anzichè da quella del potenziale. In tal guisa le disuguaglianze riescono espresse per mezzo degli elementi del moto assoluto, donde l'impossibilità di trarne risultati positivi, applicandole ad esempi del sistema planetario, causa l'ignoranza in cui ci troviamo circa il moto del sole. Notisi ancora, che le disuguaglianze stesse risultano proporzionali all'inversa A della supposta velocità di propagazione, il che conduce Hepperger alla strana conclusione che tale velocità debba essere più di 500 volte quella della luce. Ciò si evita con la mia ipotesi, in quanto essa dà origine a disuguaglianze tutte affette dal fattore A^2 .

1. *Potenziale newtoniano ritardato.* — Consideriamo una massa M la quale sia animata d'un movimento noto. Sia P_1 la posizione ch'essa occupa in un generico istante t e P rappresenti un punto sul quale agisce la forza newtoniana dovuta alla massa M . Conformemente alla legge di Newton il potenziale unitario delle azioni esercitate da P_1 su P sarebbe $\frac{1}{r}$.

⁽¹⁾ *Astronomische Nachrichten*, n. 2630; 1884.

⁽²⁾ *Sitzungsberichte der Mathematiche Classe*, Vienna 1888.

Introducendo l'ipotesi che le azioni a distanza si propaghino in linea retta con velocità finita, si deduce ⁽¹⁾ invece come espressione del potenziale

$$F = \frac{1}{r} - A \frac{d \frac{1}{r}}{dA},$$

dove A rappresenta il valore inverso della suddetta velocità, ed r la distanza del punto potenziato P , non precisamente da P_1 , ma da quella posizione anteriore

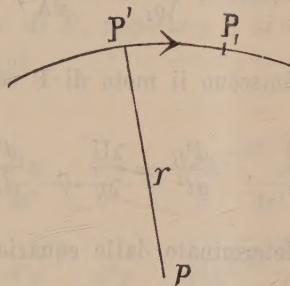


FIG. 1.

P' (sulla traiettoria della massa potenziante) donde azioni propagantesi con velocità $\frac{1}{A}$ arrivano in P proprio nell'istante considerato.

Così F sarà l'espressione del *potenziale newtoniano ritardato*, e la costante $\frac{1}{A}$ rappresenterà la velocità colla quale si propaga la gravitazione.

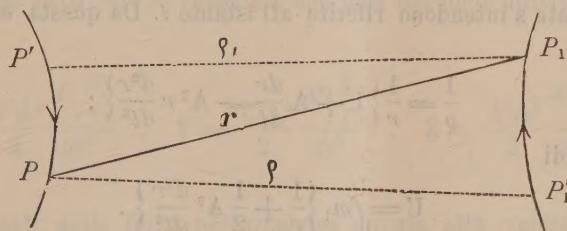


FIG. 2.

2. *Equazione del moto.* — Supponiamo che due corpi di masse rispettive m ed m_1 occupino in un generico istante t le posizioni, riferite ad un sistema di assi fissi, $P(\xi, \eta, \zeta)$, $P_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$; r rappresenti la distanza $\overline{PP_1}$.

Indichiamo con ϱ la distanza $\overline{PP'_1}$ essendo P'_1 la posizione occupata dal corpo di massa m_1 nell'istante $t - A\varrho$. Attribuiamo a ϱ_1 analogo significato. Perciò

$$\varrho = \overline{PP'_1} = r(t - A\varrho) \quad \text{e} \quad \varrho_1 = \overline{P_1P'} = r(t - A\varrho_1).$$

(1) Cfr. T. Levi-Civita, loc. cit. pag. 20.

In seguito a quanto dicemmo nel numero precedente, rappresentando rispettivamente con U ed U_1 i potenziali della forza che sollecita P e di quella che sollecita P_1 , avremo:

$$U = fm_1 \left(\frac{1}{\varrho} - A \frac{d \frac{1}{\varrho}}{dA} \right),$$

$$U_1 = fm \left(\frac{1}{\varrho_1} - A \frac{d \frac{1}{\varrho_1}}{dA} \right),$$

Le equazioni che definiscono il moto di P sono adunque:

$$(1) \quad \frac{d^2\xi}{dt^2} = \frac{\partial U}{\partial \xi}, \quad \frac{d^2\eta}{dt^2} = \frac{\partial U}{\partial \eta}, \quad \frac{d^2\zeta}{dt^2} = \frac{\partial U}{\partial \zeta};$$

mentre il moto di P_1 è determinato dalle equazioni analoghe:

$$(2) \quad \frac{d^2\xi_1}{dt^2} = \frac{\partial U_1}{\partial \xi_1}, \quad \frac{d^2\eta_1}{dt^2} = \frac{\partial U_1}{\partial \eta_1}, \quad \frac{d^2\zeta_1}{dt^2} = \frac{\partial U_1}{\partial \zeta_1}.$$

Sviluppando ϱ in serie di Taylor ed arrestandosi alle seconde potenze abbiamo

$$\varrho = r \left\{ 1 - A \frac{dr}{dt} + A^2 \left(\frac{dr^2}{dt^2} + \frac{r}{2} \frac{d^2r}{dt^2} \right) \right\},$$

dove le derivate s'intendono riferite all'istante t . Da questa espressione di ϱ risulta

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{1}{r} \left\{ 1 + A \frac{dr}{dt} - A^2 r \frac{d^2r}{dt^2} \right\};$$

ne segue quindi

$$U = fm_1 \left\{ \frac{1}{r} + \frac{1}{2} A^2 \frac{d^2r}{dt^2} \right\}.$$

Analogamente

$$U_1 = fm \left\{ \frac{1}{r} + \frac{1}{2} A^2 \frac{d^2r}{dt^2} \right\}.$$

Poniamo

$$\xi - \xi_1 = x, \quad \eta - \eta_1 = y, \quad \zeta - \zeta_1 = z,$$

cosicchè x, y, z sono le coordinate di P_1 riferite ad un sistema di assi paralleli agli assi fissi ed avente l'origine in P : ne segue

$$r^2 = (\xi - \xi_1)^2 + (\eta - \eta_1)^2 + (\zeta - \zeta_1)^2 = x^2 + y^2 + z^2.$$

Dalle espressioni di U , U_1 ed r si deduce allora

$$\frac{\partial U}{\partial \xi} = fm_1 \left\{ -\frac{x}{r^3} + \frac{A^2}{2} \frac{d^2 \frac{x}{r}}{dt^2} \right\},$$

$$\frac{\partial U_1}{\partial \xi_1} = fm \left\{ -\frac{x}{r^3} - \frac{A^2}{2} \frac{d^2 \frac{x}{r}}{dt^2} \right\}.$$

Le equazioni del moto di P_1 rispetto a P si ottengono sottraendo le (2) dalle (1): esse sono adunque

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k^2 x}{r^3} = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{x}{r}}{dt^2}, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{k^2 y}{r^3} = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{y}{r}}{dt^2}, \\ \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{k^2 z}{r^3} = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{z}{r}}{dt^2}, \end{cases}$$

dove

$$k^2 = f(m_1 + m).$$

Confrontando le (3) con le equazioni ben note del moto ellittico risulta che

$$(4) \quad X = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{x}{r}}{dt^2}, \quad Y = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{y}{r}}{dt^2}, \quad Z = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 \frac{z}{r}}{dt^2}$$

sono le componenti della forza perturbatrice dovuta alla velocità di propagazione della attrazione newtoniana.

È notevole come queste componenti non contengano le prime potenze di A , e dipendano solo dagli elementi del moto relativo.

3. *Componenti S, T, W della forza perturbatrice.* — Allo scopo di determinare gli effetti della forza perturbatrice dovuta alla velocità di propagazione della attrazione newtoniana, ci serviremo dalle equazioni che danno la variazione delle costanti arbitrarie. Per l'uso di tali equazioni necessita conoscere le componenti della forza perturbatrice stessa secondo la direzione del raggio vettore (S), della normale a questo raggio contenuta nel piano dell'orbita osculatrice (T), e della normale a questo piano (W).

Indicheremo i coseni degli angoli che queste direzioni formano con gli assi x, y, z a norma dello specchietto

	x	y	z
S	α	β	γ
T	α'	β'	γ'
W	α''	β''	γ''

Avendo indicato con X, Y, Z le componenti della forza perturbatrice secondo gli assi x, y, z , risulta:

$$S = X\alpha + Y\beta + Z\gamma,$$

$$T = X\alpha' + Y\beta' + Z\gamma',$$

$$W = X\alpha'' + Y\beta'' + Z\gamma''.$$

Per esprimere in forma definitiva S, T, W ricordiamo che, rappresentando con p, v, w rispettivamente il *parametro dell'orbita*, la *longitudine vera*, e l'*anomalia vera*, abbiamo:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos w}, \quad \frac{dv}{dt} = \frac{dw}{dt} = \frac{k\sqrt{p}}{r^2};$$

$$\alpha = \frac{x}{r} = -\frac{\partial \alpha'}{\partial v}, \quad \beta = \frac{y}{r} = -\frac{\partial \beta'}{\partial v}, \quad \gamma = \frac{z}{r} = -\frac{\partial \gamma'}{\partial v};$$

$$\alpha' = \frac{\partial \alpha}{\partial v}, \quad \beta' = \frac{\partial \beta}{\partial v}, \quad \gamma' = \frac{\partial \gamma}{\partial v}.$$

Dalle (4) si deduce inoltre

$$X = \frac{k^2 A^2}{2} \left\{ \frac{x''}{r} + 2x' \frac{d}{dt} \frac{1}{r} + x \frac{d^2}{dt^2} \frac{1}{r} \right\},$$

$$Y = \frac{k^2 A^2}{2} \left\{ \frac{y''}{r} + 2y' \frac{d}{dt} \frac{1}{r} + y \frac{d^2}{dt^2} \frac{1}{r} \right\},$$

$$Z = \frac{k^2 A^2}{2} \left\{ \frac{z''}{r} + 2z' \frac{d}{dt} \frac{1}{r} + z \frac{d^2}{dt^2} \frac{1}{r} \right\},$$

e per le formule ricordate sopra

$$x' = \frac{dr}{dt} \alpha + r \frac{dv}{dt} \alpha'$$

$$x'' = \frac{d^2 r}{dt^2} \alpha + 2 \frac{dr}{dt} \frac{dv}{dt} \alpha' + \frac{d^2 v}{dt^2} \alpha' - r \frac{d^2 v}{dt^2} \alpha.$$

Relazioni analoghe si trovano per y', y'', z', z'' .

Abbiamo dunque

$$S = \frac{k^2 A^2}{2} \left(\frac{1}{r} \frac{d^2 r}{dt^2} - \frac{\overline{dv}^2}{dt} + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d}{dt} \frac{1}{r} + r \frac{d^2}{dt^2} \frac{1}{r} \right) = - \frac{k^2 A^2}{2} \frac{\overline{dv}^2}{dt},$$

$$T = \frac{k^2 A^2}{2} \frac{d^2 v}{dt^2};$$

ed infine

$$\begin{cases} S = - \frac{k^4 A^2}{2p^3} (1 + e \cos w)^4, \\ T = - \frac{k^4 A^2}{p^3} e \sin w (1 + e \cos w)^3, \\ W = 0. \end{cases}$$

Dall'essere $W = 0$ si deduce che la forza perturbatrice è interamente situata sul piano dell'orbita.

S e T risultano poi funzioni della sola anomalia vera.

4. *Disuguaglianze secolari.* — Per la determinazione di queste disuguaglianze partiremo dalle note equazioni, le quali danno la variazione delle costanti arbitrarie, equazioni che per maggior chiarezza trascriveremo ⁽¹⁾:

$$\begin{aligned} \frac{da}{dt} &= \frac{2a^3}{k\sqrt{p}} \left\{ e \sin w S + \frac{p}{r} T \right\} \\ \frac{de}{dt} &= \frac{\sqrt{p}}{k} \left\{ \sin w S + (\cos u + \cos w) T \right\} \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \frac{r}{k\sqrt{p}} \cos \eta W \\ \sin \varphi \frac{d\theta}{dt} &= \frac{r}{k\sqrt{p}} \sin \eta W \\ e \frac{d\sigma}{dt} &= 2e \sin^2 \frac{\varphi}{2} \frac{d\theta}{dt} + \frac{\sqrt{p}}{k} \left\{ -\cos w S + \left(1 + \frac{r}{p}\right) \sin w T \right\} \\ \frac{ds}{dt} &= - \frac{2r}{k\sqrt{p}} S + \frac{e^2}{1 + \sqrt{1 - e^2}} \frac{d\sigma}{dt} + 2\sqrt{1 - e^2} \sin^2 \frac{\varphi}{2} \frac{d\theta}{dt}. \end{aligned}$$

In queste formule è noto che a , φ , θ , σ , ε , η , u , rappresentano rispettivamente, il *semi grand'asse*, l'*inclinazione*, la *longitudine del nodo*, la *longitudine media all'epoca 0*, l'*argomento della latitudine*, e l'*anomalia eccentrica*: sappiamo ancora che

$$\cos u = \frac{\cos w + e}{1 + e \cos w}.$$

(1) Cfr. ad es. Tisserand, *Mécanique Céleste*, t. I, pag. 433.

Sostituendo in queste equazioni i valori di S, T, W dedotti nel numero precedente, e ricordando che $dt = \frac{r^2}{k\sqrt{p}} dw$, si ha:

$$\frac{d\varphi}{dt} = 0 \quad , \quad \frac{d\theta}{dt} = 0 ,$$

$$\frac{da}{dw} = -\frac{3A^2k^2}{p^2} e \sin w (1 + e \cos)^2 ,$$

$$\frac{de}{dw} = -\frac{A^2k^2}{2p} \sin w (1 + 2e^2 + 6e \cos w + 3e^2 \cos^2 w) ,$$

$$\frac{d\varpi}{dw} = -\frac{A^2k^2}{2ep} \{ -4e + (1 - 2e^2) \cos w + 6e \cos^2 w + 3e^2 \cos^3 w \} ,$$

$$\frac{d\epsilon}{dw} = \frac{A^2k^2}{\sqrt{ap}} (1 + e \cos w) + \frac{e^2}{1 + \sqrt{1 - e^2}} \frac{d\varpi}{dw} .$$

Integrando queste equazioni e tenendo conto dei soli termini secolari abbiamo i valori delle cercate diseguaglianze: cioè

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta a = 0 , \\ \delta e = -\frac{A^2k^2}{2p} \left(1 + \frac{7}{2} e^2 \right) w , \\ \delta \varpi = -\frac{A^2k^2}{2p} w , \\ \delta \epsilon = -\frac{A^2k^2}{2p} (1 - 3\sqrt{1 - e^2}) w . \end{array} \right.$$

Vediamo così anzitutto che (almeno quando non si tenga conto dei termini di ordine superiore al secondo) la forza perturbatrice da noi considerata non influisce affatto sulla posizione del nodo e sulla inclinazione.

Essa determina sole variazioni periodiche sull'asse dell'orbita, e con esso perciò anche sul moto medio, mentre Hepperger trova che l'effetto maggiore della forza in questione si manifesta appunto sulla variazione secondare dell'asse.

Le perturbazioni di e , ϖ , ϵ , dipendono solo dalle masse, dall'asse, e dall'eccentricità.

Se si trascura il quadrato dell'eccentricità, le variazioni sono le medesime per i tre elementi e , ϖ , ϵ .

Notiamo in ultimo come non è ammissibile con le nostre ipotesi un movimento circolare poichè δe si mantiene diverso da 0 per $e = 0$.

Fisica matematica. — Alcune applicazioni dell'integrale di Fourier. Nota del dott. L. ORLANDO, presentata dal Socio V. CERRUTI.

Nel testo di Weber (¹), ottimo libro, che io direi necessario ad ognuno che studi fisica matematica, il problema dell'*equilibrio* elastico del suolo isotropo è ricondotto all'integrale di Fourier. Noi non vogliamo qui riassumere tale metodo, ma far vedere come possa utilmente applicarsi anche al problema, certamente meno semplice, ma più utile in pratica (²) delle *vibrazioni* del suolo isotropo.

Prescindendo dalle forze di massa, noi possiamo, per i piccoli moti elastici dei solidi omogenei ed isotropi, scrivere, come è noto, le seguenti equazioni:

$$(1) \quad \begin{cases} (\Omega^2 - \omega^2) \frac{\partial \Theta}{\partial x} - \mathfrak{D}_\omega u = 0 \\ (\Omega^2 - \omega^2) \frac{\partial \Theta}{\partial y} - \mathfrak{D}_\omega v = 0 \\ (\Omega^2 - \omega^2) \frac{\partial \Theta}{\partial z} - \mathfrak{D}_\omega w = 0, \end{cases}$$

dove u, v, w rappresentano le componenti dello spostamento del punto di coordinate x, y, z , secondo i tre assi coordinati; poi

$$\Theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

misura la dilatazione cubica unitaria della particella che intornia tale punto. Il simbolo \mathfrak{D} è definito dalla relazione generale

$$\mathfrak{D}_k = \frac{\partial^2}{\partial t^2} - k^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right),$$

dove t denota il tempo e k una grandezza indipendente da x, y, z, t ; e poi dobbiamo ancora aggiungere che Ω e ω rappresentano rispettivamente le velocità delle onde longitudinali e trasversali che possono propagarsi nel solido: non variano da un punto all'altro, e sono grandezze note nel problema.

Pure evitando le difficili e lunghe questioni d'esistenza, noi avremo da trattare tuttavia un problema poco agevole. E supporremo che il semispazio,

(¹) *Die partiellen differential-Gleichungen der math. Physik, nach Riemann's Vorlesungen.*

(²) Per esempio, in sismologia.

luogo dei punti che hanno la z positiva, limitato dunque dal piano d'equazione $z = 0$, sia tutto occupato da materiale omogeneo, elastico, sul quale non agiscano forze di massa. Noi ammettiamo che, in ogni punto del piano limite, siano verificate le condizioni

$$(2) \quad \begin{cases} u(x, y, 0, t) = U(x, y, t) \\ v(x, y, 0, t) = V(x, y, t) \\ w(x, y, 0, t) = W(x, y, t), \end{cases}$$

dove U, V, W rappresentano funzioni note; poi ammettiamo ancora che, in ogni punto del piano limite, si conoscano le tre componenti $L(x, y, t)$, $M(x, y, t)$, $N(x, y, t)$ della tensione che agisce sopra questo punto. Se non figurasse, insieme colle altre, la variabile t , non sarebbe necessaria quest'abbondanza di funzioni note, per il calcolo dello spostamento in un arbitrario punto del campo, ma qui cerchiamo $u(x, y, z, t)$, $v(x, y, z, t)$, $w(x, y, z, t)$, in un arbitrario punto del campo ed in un arbitrario tempo. Scriviamo subito le tre note equazioni, valide in ogni punto del contorno,

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{1}{\rho} L(x, y, t) = -\omega^2 \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \frac{1}{\rho} M(x, y, t) = -\omega^2 \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\ \frac{1}{\rho} N(x, y, t) = -(\Omega - 2\omega^2) \Theta - 2\omega^2 \frac{\partial w}{\partial z}. \end{cases}$$

Le equazioni (1), (2) e (3) debbono lasciarci risolvere il nostro problema. Con ρ abbiamo rappresentato la densità costante del solido.

Intanto non sarà male procurareci un metodo, abbastanza semplice, per integrare l'equazione

$$(4) \quad \mathfrak{D}_h \varphi(x, y, z, t) = 0$$

quando per la funzione φ sono date le due condizioni, valide sul piano limite

$$(5) \quad \varphi_{z=0} = \Phi(x, y, t), \quad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_{z=0} = \Psi(x, y, t).$$

Noi poniamo

$$(6) \quad \varphi(x, y, z, t) = P(x, y, z, t) + z Q(x, y, z, t),$$

dove sia

$$(7) \quad P(x, y, z, t) = \iint_{-\infty}^{\infty} d\alpha d\beta d\epsilon A(\alpha, \beta, \epsilon) e^{i(\alpha x + \beta y + \gamma z + \epsilon t)},$$

$$(8) \quad Q(x, y, z, t) = \iint_{-\infty}^{\infty} d\alpha_1 d\beta_1 d\epsilon_1 B(\alpha_1, \beta_1, \epsilon_1) e^{i(\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z + \epsilon_1 t)},$$

e le funzioni A e B siano da determinarsi, e valgano fra le grandezze $\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \varepsilon_1$, indipendenti da x, y, t , le relazioni

$$\begin{aligned} & (\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2) k^2 - \varepsilon^2 = 0 \\ & 2iz \frac{d\gamma}{dz} + z(\alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2) k^2 - z\varepsilon_1^2 - 2i\gamma_1 k^2 = 0. \end{aligned}$$

Queste due relazioni (1) mostrano che è verificata la (4). Perchè anche le due condizioni limiti (5) siano verificate, noi dobbiamo determinare A e B.

Il teorema di Fourier per le funzioni di tre variabili, circa la deduzione del quale è già largo cenno nello stesso libro di Weber, può così formularsi:

$$(9) \quad \frac{1}{8\pi^3} \iint_{-\infty}^{\infty} d\alpha d\beta d\varepsilon \iint_{-\infty}^{\infty} f(\xi, \eta, \tau) e^{i[\alpha(x-\xi) + \beta(y-\eta) + \varepsilon(t-\tau)]} d\xi d\eta d\tau.$$

E, giacchè, per $z = 0$, φ si riduce a P soltanto, così vediamo che, ponendo

$$(10) \quad A(\alpha, \beta, \varepsilon) = \frac{1}{8\pi^3} \iint_{-\infty}^{\infty} \Phi(\xi, \eta, \tau) e^{-i(\alpha\xi + \beta\eta + \varepsilon\tau)} d\xi d\eta d\tau,$$

otteniamo che resti verificata la prima condizione (5). Ciò determina P(x, y, z, t).

Ora facciamo la derivata $\frac{\partial P(x, y, z, t)}{\partial z}$, e poniamo, per ogni punto del piano limite

$$(11) \quad \Psi_1(x, y, t) = \Psi - \left(\frac{\partial \Psi}{\partial z} \right)_{z=0}.$$

Si vede subito che, se noi determiniamo B($\alpha, \beta, \varepsilon$) colla formula

$$(12) \quad B(\alpha_1, \beta_1, \varepsilon_1) = \frac{1}{8\pi^3} \iint_{-\infty}^{\infty} \Psi_1(\xi, \eta, \tau) e^{-(\alpha_1\xi + \beta_1\eta + \varepsilon_1\tau)} d\xi d\eta d\tau$$

e osserviamo (9), (8), (6) e (11), ci persuadiamo che anche la seconda condizione (5) è verificata. Possiamo dunque dire d'avere integrato l'equazione (4), tenendo conto delle due condizioni (5).

Ma ora, se deriviamo le (1) rispetto a x, y, z e sommiamo, ricaviamo subito

$$(13) \quad \mathfrak{D}_\Omega \Theta = 0.$$

Ma le due prime (2) e la terza (3) lasciano agevolmente calcolare Θ in

(1) Noi possiamo sempre regolare le radici γ, γ_1 in modo che $|e^{\gamma z}|, |e^{\gamma_1 z}|$ risultino < 1 , perchè z è soltanto positivo.

ogni punto del piano limite. Poi dalla terza (2), dalle prime due (3) e dalla terza (1), ricaviamo anche $\frac{\partial \Theta}{\partial z}$ in ogni punto del piano limite; sarà dunque facile integrare, col precedente metodo la (13), e ricavare $\Theta(x, y, z, t)$.

Ormai non è difficile ricavare $u(x, y, z, t)$, $v(x, y, z, t)$, $w(x, y, z, t)$, osservando che in superficie possiamo ricavarci quante derivate vogliamo di queste funzioni, rispetto a z , e che queste funzioni verificano evidentemente la $\mathfrak{D}_w \mathfrak{D}_z = 0$.

Riassumendo, noi possiamo dire d'aver determinato, in modo che non è semplicissimo, ma è pure abbastanza semplice, la deformazione interna di un semispazio isotropo quando si conoscano gli spostamenti e le tensioni superficiali. In pratica, poco si presentano i corpi isotropi, ma può qualche volta essere bastante un risultato approssimativo. Noi non potremmo, per esempio, rimanere scontenti d'uno studio, il quale, da osservazioni eseguite sulla superficie di ragioni soggette a terremoto, ci lasciasse arguire, anche in modo grossolano, la posizione del centro sismico, e stabilire se l'agitazione fu cagionata da scoppio, o, invece, da frana.

Fisica. — Influenza degli orli sulla capacità elettrostatica di un condensatore. Nota del dott. R. MAGINI, presentata dal Corrispondente A. BATELLI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica terrestre. — Misure pireliometriche eseguite sul Monte Cimone nell'estate del 1902 e nell'estate del 1903. Nota di CIRO CHISTONI, presentata dal Socio BLASERNA.

Negli anni precedenti il 1902, ossia dal 1899 al 1901 le misure pireliometriche, che istituui sul Monte Cimone (lat. bor. 44°.12'; long. E da Gr. 10°.42'; 2165 m. sul livello del mare) vennero sempre eseguite con attinometri a sistema Violle (¹). Dal 1902 ho avuto modo di potermi servire del pireliometro Ångström a compensazione elettrica; e precisamente negli anni 1902 e 1903 servì il pireliometro n. 19 munito dell'amperimetro S. H.

(¹) Veggansi le note seguenti: *Misure pireliometriche eseguite a Sestola ed al Monte Cimone nell'estate del 1899* (Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. XII, 1° sem. 1903, pagg. 258-263). *Misure pireliometriche eseguite a Sestola ed al Monte Cimone nell'estate del 1900* (Rend. della R. Acc. dei Lincei, vol. XII, 2° sem. 1903, pagg. 625-627). *Misure pireliometriche fatte sul Monte Cimone nell'estate del 1901* (Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. XI, 1° sem. 1902, pagg. 479-486 e 539-541).

53352 con derivazione 12320; dei quali apparecchi in altra circostanza ho pubblicato i relativi coefficienti e le correzioni da applicarsi (¹).

Il pireliometro è stato sempre collocato sulla terrazza di pietra che copre la torre destinata ad Osservatorio metereologico sul Monte Cimone; terrazza contornata da un muro formato con pietra lavorata. La terrazza ha forma ottagonale; la lunghezza media del lato ottagonale è di metri 3,30; la distanza fra due lati opposti è di m. 8; l'altezza del parapetto è di m. 1,10 e lo spessore del muro del parapetto è di m. 0,30. Collocando l'apparecchio nel mezzo della terrazza, e tenendolo di poco elevato, si riesce facilmente a sottrarlo all'influenza del vento, che in generale si fa sentire sulla vetta del Cimone.

Una misura pireliometrica completa, consiste generalmente di tre determinazioni successive, fatte coprendo una striscia del pireliometro p. e. quella di destra, ed esponendo al sole quella di sinistra; poi coprendo questa ed esponendo quella di destra, ed infine coprendo questa e riesponendo quella di sinistra. I valori di θ (temperatura indicata dal termometro unito al pireliometro) e di i (intensità in amp. della corrente elettrica compensatrice) che servono per calcolare Q (intensità della radiazione espressa in gr.cal. per min. e per cm^2) sono il risultato della media aritmetica, fra la media aritmetica del primo e terzo valore col secondo valore trovato.

Qualora, per circostanze di cielo variabile con rapidità, si stimi necessario, invece di tre osservazioni successive si eseguiscono sei o più osservazioni, affinchè il risultato finale corrisponda il meglio possibile alle condizioni di trasparenza dello strato d'aria compreso fra il pireliometro ed il sole.

Lo stato del cielo, in ispecie in prossimità del disco solare, viene osservato sempre colla massima cura, adoprando adatti vetri colorati.

Il valore B della pressione atmosferica è espresso in millimetri di mercurio a 0° , diminuito di 500. Qualora si volesse B espresso in altezza di mercurio a densità normale, ossia colla densità che questo liquido ha a 45° di latitudine ed a livello del mare, converrebbe diminuire i valori nelle sottostanti tabelle di 0,29 mm.

Come al solito, le ore sono espresse in tempo medio dell'Europa Centrale: e l'altezza media h del sole durante il tempo dell'osservazione completa, che è indicata nelle tabelle, è approssimata entro i due decimi di grado sessagesimale.

Con t è espressa la temperatura dell'aria, con f la forza elastica del vapore acqueo e con u l'umidità relativa dell'atmosfera.

(¹) *Sul pireliometro a compensazione elettrica dell'Ångström* (Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. XIV, 1° sem. pagg. 340-346 e pagg. 451-456).

MONTE CIMONE 1902

Giorno	Ora	<i>h</i>	θ	<i>i</i>	Q	B 500 +	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>u</i>	Annottazioni
28 luglio	11.40	63,0	13,5	0,446	1,331	91,4	13,6	8,5	71	⊕ libero; Cu vaganti, vento forte da SW
" "	12.10	64,7	20,0	0,444	1,323	91,7	14,2	5,7	41	⊕ velato; Ci e Cu vaganti
" "	12.50	63,2	21,8	0,446	1,336	91,6	14,0	5,6	43	⊕ libero; Cu vaganti
" "	13.40	60,0	20,4	0,436	1,276	91,8	14,4	5,0	36	⊕ libero; Cu-Ni a SE; tuono lontano
30 "	10.50	58,6	12,4	0,418	1,169	93,1	8,8	6,2	76	Bianchiccio; orizzonte caliginoso
" "	11.10	60,3	15,0	0,436	1,273	93,6	9,4	7,1	79	⊕ libero; veli vaganti e Cu
31 "	7.45	27,0	15,0	0,433	1,255	93,7	11,8	7,2	67	⊕ libero; caligine bassa
" "	8.23	34,1	16,3	0,438	1,285	93,8	11,8	5,8	51	Id.
" "	9.23	44,5	19,0	0,444	1,322	94,2	12,0	7,5	69	⊕ libero; Cu vaganti
" "	10.23	54,0	20,5	0,450	1,359	94,0	12,2	7,9	72	Id.
" "	11.23	61,3	20,0	0,450	1,359	93,9	12,5	7,6	67	Id.
" "	12.23	64,2	20,0	0,453	1,377	94,0	13,0	7,4	62	⊕ libero; colpi di vento; Cu vaganti
" "	13.23	61,3	21,4	0,454	1,384	93,9	13,2	7,7	66	Lucido intorno al ⊕; Cu vaganti
" "	14.23	54,0	21,4	0,446	1,336	94,0	13,4	8,2	69	⊕ libero; Cu vaganti
" "	15.23	44,5	20,0	0,447	1,341	93,7	13,3	7,8	65	Id.
" "	16.23	34,1	19,0	0,427	1,223	93,8	13,3	7,8	65	Id.
" "	17.23	23,3	18,0	0,402	1,084	93,3	13,4	8,4	71	Biancastro
2 agosto	12.23	63,7	19,0	0,422	1,194	91,2	15,0	4,8	32	Id.
" "	13.23	60,8	18,9	0,417	1,166	90,8	14,4	6,9	53	Id.
" "	14.23	53,6	18,0	0,420	1,183	90,4	14,2	5,8	43	Bianchiccio
4 "	7.40	26,1	10,8	0,416	1,156	89,4	11,0	6,7	65	⊕ libero; Cu e veli bassi
" "	8.23	33,4	14,0	0,430	1,237	89,6	11,6	6,6	66	⊕ libero; Cu vaganti
" "	9.23	43,8	15,8	0,444	1,320	89,8	12,0	7,3	67	Id.
" "	10.23	53,2	18,3	0,449	1,352	90,0	12,2	6,9	67	Id.
5 "	7.45	26,0	12,5	0,413	1,141	90,8	12,0	6,9	64	Bianchiccio ↗
" "	8.23	32,2	14,5	0,429	1,232	91,0	12,2	6,3	58	Veli sparsi
" "	9.23	43,6	15,7	0,444	1,320	91,1	12,4	6,2	54	Id.
" "	10.23	53,0	17,5	0,450	1,357	91,2	13,0	6,4	60	Sereno
" "	11.23	60,1	18,8	0,447	1,340	91,3	13,2	7,5	64	Cu all'orizzonte
" "	12.23	62,9	19,0	0,451	1,364	91,5	12,8	7,3	64	Cu sparsi
6 "	7.45	25,9	17,5	0,417	1,166	92,7	13,6	7,8	64	Orizzonte caliginoso
" "	8.23	33,0	18,5	0,431	1,246	92,8	12,8	5,8	49	Id.
" "	9.23	43,4	21,0	0,443	1,317	93,2	14,0	6,9	55	Biancastro
" "	10.23	52,7	23,0	0,447	1,342	93,3	14,5	7,1	54	Sereno
" "	11.23	59,8	22,5	0,449	1,354	93,6	14,4	7,4	59	Id.
" "	13.23	62,6	20,5	0,444	1,323	93,6	15,0	9,9	78	Cu all'orizzonte; biancastro
7 "	8.23	32,8	13,5	0,419	1,174	92,4	13,2	7,4	62	Orizzonte nebbioso; vento forte da SW
8 "	9.23	43,0	17,0	0,427	1,222	91,5	14,2	7,6	60	Cu a E; Aureola; vento forte da SW
" "	10.23	52,3	18,5	0,428	1,229	91,3	14,4	7,5	58	Veli vaganti

MONTE CIMONE 1902

Giorno	Ora	<i>h</i>	<i>θ</i>	<i>i</i>	Q	<i>B</i> 500+	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>u</i>	<i>Annotationi</i>
8 agosto	11.23	59,3	20,4	0,436	1,276	91,6	14,7	7,2	54	Veli vaganti
9 "	7.40	24,8	11,5	0,417	1,163	87,7	12,8	6,5	55	Cu all'orizzonte; veli lontani dal ☽
" "	8.22	32,5	12,7	0,454	1,379	87,3	13,6	5,7	45	Sereno
" "	9.22	42,8	14,8	0,455	1,386	88,5	13,0	5,8	50	Id.
" "	10.22	52,1	18,0	0,453	1,376	88,5	13,2	6,5	53	☽ libero; Cu vaganti
" "	11.22	59,0	19,0	0,455	1,388	88,7	13,3	7,7	65	☽ libero A-Cu
13 "	11.22	57,9	9,5	0,463	1,432	87,6	3,6	3,3	51	Sereno
" "	12.22	60,6	10,5	0,460	1,414	87,7	4,0	3,5	52	☽ libero; Cu
16 "	7.21	20,3	11,5	0,421	1,185	87,3	9,4	5,5	59	Aureola; orizzonte caliginoso
" "	8.21	31,0	13,5	0,436	1,272	90,9	9,6	5,1	54	Sereno
" "	9.21	41,3	15,5	0,446	1,332	91,6	9,6	5,3	59	Id.
" "	10.21	50,3	16,0	0,449	1,350	91,6	10,2	6,9	72	Id.
" "	11.21	57,1	15,8	0,455	1,386	91,6	10,0	7,7	82	Cu e veli vaganti
" "	14.21	50,3	15,2	0,455	1,386	91,5	10,5	8,3	87	Id.
" "	15.21	41,3	14,0	0,455	1,385	91,5	11,0	8,0	80	Id.
18 "	9.21	40,8	13,3	0,440	1,295	91,8	10,4	7,0	72	Sereno
" "	10.21	49,8	14,2	0,443	1,313	91,9	10,7	7,6	76	Id.
" "	11.21	56,5	17,5	0,445	1,327	92,1	11,6	7,5	71	Id.
" "	12.21	59,0	19,3	0,451	1,365	92,2	12,2	7,2	65	Cu vaganti; ☽ libero
" "	13.21	56,5	21,5	0,454	1,384	92,1	12,2	7,2	65	Id.
" "	14.21	49,8	19,5	0,456	1,395	92,0	13,0	7,6	66	Id.
19 "	7.21	19,7	18,0	0,415	1,155	93,3	13,2	4,3	33	☽ libero; Cu vaganti; orizzonte caliginoso
" "	8.21	30,3	22,2	0,416	1,162	93,3	13,2	4,3	33	Sereno
" "	9.21	40,5	24,0	0,446	1,337	93,3	13,4	4,1	32	Id.
" "	11.21	56,2	23,0	0,454	1,385	93,2	13,6	10,2	85	☽ libero; Cu e veli vaganti
" "	13.21	56,2	23,5	0,451	1,367	93,5	14,4	9,8	76	☽ libero; Cu vaganti
" "	14.21	49,6	23,9	0,443	1,319	93,4	14,4	10,5	83	Id.
" "	18.21	8,9	16,5	0,334	0,747	92,8	13,8	9,1	73	Aureola; leggerissimi veli
20 "	8.50	35,2	16,5	0,401	1,077	90,9	13,6	6,2	50	Bianchiccio
" "	9.20	40,3	16,5	0,403	1,088	91,0	13,6	7,2	58	Id.
" "	10.20	49,3	19,1	0,412	1,139	90,9	13,8	6,9	55	Id. e veli vaganti

MONTE CIMONE 1903

29 luglio	8.23	34,4	15,3	0,406	1,104	89,5	12,7	4,7	43	Aureola
" "	9.23	44,8	14,1	0,424	1,203	89,5	12,6	5,2	48	Id. e veli vaganti
" "	10.23	54,4	15,7	0,423	1,198	89,5	12,0	6,8	65	Aureola
" "	11.23	61,7	17,1	0,427	1,222	89,6	12,5	7,3	68	Id.
" "	12.23	64,6	18,2	0,426	1,217	89,6	13,0	8,5	76	Id. e grossi Cu intorno al ☽

MONTE CIMONE 1903

Giorno	Ora	<i>h</i>	<i>θ</i>	<i>i</i>	Q	B 500+	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>u</i>	Annottazioni
3 agosto	10.23	53,4	15,7	0,419	1,176	89,7	13,7	5,7	49	Aureola
" "	11.23	60,6	18,0	0,421	1,188	89,6	12,9	7,2	65	Veli vaganti
" "	12.23	63,4	19,1	0,417	1,166	89,6	13,8	7,8	67	Veli e Cu
4 "	7.23	22,7	11,5	0,390	1,017	87,4	9,6	4,8	54	Aureola; orizzonte nebbioso
" "	8.23	33,4	18,0	0,408	1,114	87,8	10,6	2,2	21	Id.
" "	9.23	43,8	14,1	0,423	1,198	88,3	12,0	3,0	29	Id.
" "	10.23	53,2	14,7	0,433	1,255	88,4	13,0	2,8	25	Id.
" "	11.23	60,3	17,5	0,434	1,262	89,1	13,9	3,3	28	Id.
" "	12.23	63,2	18,3	0,434	1,263	89,4	13,8	4,9	42	Aureola e Cu vaganti
" "	13.23	60,3	18,5	0,424	1,205	89,9	15,2	4,1	33	Bianchiccio
" "	14.23	53,2	19,0	0,423	1,200	89,9	14,0	4,8	40	Id.
" "	15.23	43,8	17,8	0,422	1,194	90,0	14,4	4,2	34	Id.
5 "	8.23	32,2	20,4	0,411	1,134	93,4	14,4	4,2	34	Biancastro; aureola
" "	9.23	43,6	21,8	0,425	1,213	94,0	15,1	4,2	33	Id.
" "	10.23	53,0	23,5	0,426	1,220	94,2	15,2	4,1	33	Id.
" "	11.23	60,6	21,0	0,429	1,235	94,2	16,0	6,4	47	Id.
" "	12.23	62,9	23,5	0,430	1,243	94,4	16,4	6,5	47	Id.
" "	13.23	60,6	23,5	0,427	1,226	94,5	18,4	7,6	48	Id.
" "	14.23	53,0	24,5	0,422	1,197	94,6	17,0	9,5	66	Str-Cu presso il ☽
6 "	7.23	22,3	15,0	0,378	0,957	93,1	14,0	6,0	51	Aureola; Biancastro
" "	8.23	33,0	16,5	0,411	1,132	93,4	14,6	5,9	48	Id.
" "	9.23	43,4	17,7	0,428	1,228	93,7	15,5	5,6	43	Id.
" "	10.23	52,7	17,9	0,436	1,274	94,0	16,0	7,3	50	Id.
" "	11.23	59,8	20,7	0,438	1,288	94,1	18,0	7,3	43	Id.
" "	12.23	62,6	20,7	0,440	1,300	94,1	19,7	6,7	35	Id. 
" "	13.23	59,8	21,2	0,437	1,282	94,1	17,4	7,9	51	Id.
" "	14.23	57,2	20,5	0,422	1,195	94,0	17,3	8,9	58	Id. e Cu all'orizzonte
7 "	7.23	22,1	14,6	0,396	1,050	92,2	18,0	7,0	59	Nebbia e Cu all'orizzonte; aureola
" "	8.23	32,8	15,9	0,415	1,154	92,3	13,0	6,4	53	Id.
" "	9.23	43,2	16,9	0,421	1,188	92,3	14,0	6,1	47	Id.
" "	10.23	52,5	19,8	0,430	1,241	92,5	15,0	6,8	50	Id.
" "	11.23	59,6	20,7	0,437	1,282	92,5	16,1	8,2	55	Aureola e Cu intorno al ☽
" "	12.23	62,3	19,7	0,427	1,224	92,5	15,4	7,4	56	Id.
13 "	8.22	31,6	14,1	0,413	1,142	91,3	12,5	5,7	52	☽ velato
" "	9.22	41,9	15,9	0,417	1,165	91,2	13,8	6,3	54	Aureola; veli sparsi
" "	10.22	51,1	17,0	0,419	1,176	91,5	14,5	5,6	46	Id.
" "	13.22	57,9	21,4	0,424	1,207	91,6	16,3	6,7	47	Cu e veli intorno al ☽
" "	15.22	41,9	19,0	0,408	1,116	91,4	15,6	8,8	66	Aureola; veli sparsi
17 "	10.21	50,1	14,5	0,424	1,203	88,3	9,0	3,7	41	Aureola; veli intorno al ☽; Cu all'orizzonte

MONTE CIMONE 1903

Giorno	Ora	<i>h</i>	θ	<i>i</i>	Q	B 500+	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>u</i>	<i>Annnotazioni</i>
18 agosto	7.21	19,7	12,8	0,385	0,991	88,1	9,0	3,9	43	Leggera aureola; orizzonte nebbioso
" "	8.21	30,3	16,0	0,413	1,142	88,4	11,4	2,4	24	Bianchiccio
" "	9.21	40,5	17,8	0,434	1,263	88,7	10,4	4,5	48	Id.
" "	10.21	49,5	18,5	0,436	1,275	88,8	12,6	4,6	42	Id. e Cu all'orizzonte
24	"	8.19	29,2	14,5	0,438	1,284	91,1	12,0	7,1	70
		9.19	39,3	14,5	0,448	1,343	91,1	13,5	6,8	59
		10.19	48,1	17,0	0,448	1,345	91,4	15,0	6,6	52
		11.19	54,6	17,5	0,449	1,351	91,7	12,4	7,8	72
		12.19	57,0	15,7	0,452	1,368	91,5	11,9	8,4	81
27	"	9.19	38,5	19,0	0,412	1,189	94,4	11,6	7,1	70
		10.19	47,3	18,5	0,433	1,257	94,7	12,2	7,9	74
		15.19	38,5	22,5	0,405	1,102	94,6	13,9	8,2	70
28	"	8.18	28,2	18,5	0,418	1,172	93,7	11,8	6,0	58
		10.18	47,0	23,5	0,440	1,301	93,7	12,5	6,2	56
		11.18	53,3	23,5	0,443	1,319	94,2	12,5	6,8	62
		12.18	55,6	23,7	0,451	1,367	94,2	12,6	6,9	63
		13.18	53,3	24,0	0,442	1,313	94,3	13,0	7,6	68
		14.18	47,0	23,5	0,433	1,260	94,2	13,3	7,7	67
		15.18	38,2	21,5	0,421	1,190	94,2	13,5	7,8	67
		16.18	28,2	18,5	0,403	1,089	93,8	13,0	9,0	79
29	"	8.18	27,9	17,5	0,414	1,149	92,9	13,4	3,0	27
		9.18	37,7	18,3	0,425	1,211	92,7	13,8	3,9	32
		10.18	46,7	19,5	0,399	1,068	92,8	14,2	4,9	39
2 settembre		12.17	53,8	21,8	0,439	1,294	96,4	14,0	5,5	45
		13.17	51,6	23,5	0,482	1,254	96,2	13,6	5,1	45
		14.17	45,4	24,8	0,431	1,249	96,0	13,8	5,6	48
3	"	7.17	16,1	15,7	0,364	0,887	94,5	12,4	2,8	25
		8.17	26,6	17,5	0,405	1,099	94,5	12,5	3,6	32
		9.17	36,6	18,5	0,423	1,200	94,7	12,8	3,3	30
		10.17	45,1	20,1	0,434	1,264	94,8	13,0	3,5	29
		11.17	51,2	21,5	0,435	1,271	95,1	13,3	5,2	46
		13.17	51,2	24,1	0,414	1,152	95,2	13,6	7,3	62
		15.17	36,6	25,6	0,413	1,147	95,0	13,8	8,0	68
		16.17	26,6	23,5	0,385	0,996	94,9	13,8	7,7	64
4	"	8.16	26,4	13,5	0,403	1,087	93,4	11,4	1,7	15
		9.16	36,3	15,4	0,436	1,270	93,7	11,6	4,2	40

Fisica terrestre. — *Misure pireliometriche eseguite sul Monte Cimone nell'estate del 1904 e nell'estate del 1905.* Nota di CIRO CHISTONI, presentata dal Socio BLASERNA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica terrestre. — *Contributo allo studio del pireliometro a compensazione elettrica dell'Ångström* ⁽¹⁾. Nota di EMILIO TEGLIO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

In altra circostanza il prof. Chistoni ebbe ad occuparsi del pireliometro a compensazione elettrica dell'Ångström ⁽²⁾.

Nel 1905 l'illustre Ångström inviò al R. Osservatorio Geofisico quattro pireliometri affinchè venissero confrontati; due di essi hanno poi servito al prof. Chistoni per le misure eseguite ad Alcalà de Chisbert (Spagna) durante l'eclisse totale del 30 agosto; gli altri due erano destinati al R. Osservatorio « Regina Margherita » sul Monte Rosa. Di questi uno (il n. 51) venne invece usato dal prof. Palazzo, direttore del R. Ufficio Centrale di Meteorologia, per le osservazioni che fece a Tripoli, ove egli si recò, in occasione dell'eclisse del 30 agosto.

Il prof. Chistoni volle affidare a me l'esecuzione dei confronti, fino dal principio di giugno; ma, in causa della stagione poco propizia, perchè quasi sempre nuvolosa, il lavoro non potè essere sollecito e durò fino al 12 luglio.

Come strumento campione venne adoperato il pireliometro n. 39 bis del quale il prof. Chistoni ha già parlato nel lavoro sopracitato.

Per misuratori della corrente si adoperarono i due milli-amperimetri Siemens und Halske portanti i numeri 99630 e 99631, cui erano rispettivamente applicate le derivazioni 19881 e 19882, per modo che ogni divisione della graduazione corrisponda a 0,01 di amp. Questi due amperimetri erano stati prima da me stesso confrontati coll'amperimetro Hartmann und Braun 131913-1293, che ha servito di campione anche al prof. Chistoni. Le differenze trovate fra il campione ed ognuno dei due amperimetri S. H. non arrivarono mai a 0,001 di amp., così che potei ritenerli praticamente esatti.

(1) Lavoro eseguito nell'Osservatorio Geofisico della R. Università di Modena.

(2) Chistoni Ciro, *Sul pireliometro a compensazione elettrica dell'Ångström.* (Rend. R. Accad. dei Lincei, vol. XIV, 1^o sem. 1905, pagg. 340-346 e pagg. 451-456).

È noto che l'intensità della radiazione, ottenuta col pireliometro Ångström, è data dalla formola:

$$Q = \frac{60ri^2}{4,19b.a} \text{ gr. cal. per min. e per cm.}^2$$

(i = intensità di corrente in amp.; a = potere assorbente delle superficie; b = larghezza delle striscie in cm.; r = resistenza elettrica delle striscie per cm., in Ohm).

Quando la r non vari al variare della temperatura, e tale è il caso dei quattro pireliometri esaminati, allora la formola indicata può scriversi:

$$Q = ki^2$$

essendo k costante per un dato istruimento.

I coefficienti pei quattro pireliometri in questione, sono riportati nella seguente tabella:

	N. 19	N. 66	N. 51	N. 57
Resistenza delle striscie per cm. in Ohm (r)	0,217	0,2205	0,2196	0,2198
Larghezza delle striscie in cm. (b)	0,2023	0,1965	0,1997	0,1992
Potere assorbente delle superficie (a)	0,98	0,98	0,98	0,98
k	15,70	16,47	16,10	16,12

Il pireliometro n. 19 ha l'affusto del vecchio 19, al quale vennero cambiate le striscie perchè si erano alterate.

I valori di i che riferisco più sotto sono il risultato di una semplice osservazione, ma la media di successive misure fatte contemporaneamente coi due pireliometri, in numero variabile secondo le circostanze da tre a nove.

I confronti fra il n. 39 bis ed il n. 19 vennero eseguiti parte il 16 giugno da 11^h0^m a 11^h45^m, parte il giorno 17 da 9^h50^m a 11^h10^m. Si ottennero i seguenti risultati:

col 39 bis $i = 0,205; 0,203; 0,205; 0,205; 0,206$

col 19 $i = 0,280; 0,277; 0,278; 0,279; 0,280$.

Eseguendo i calcoli si ottengono i seguenti valori:

col 39 bis $Q = 1,219; 1,195; 1,219; 1,219; 1,230$

col 19 $Q = 1,231; 1,203; 1,213; 1,222; 1,231$.

La massima differenza fra i corrispondenti valori di Q arriva a 0,012; per cui, per le ragioni già esposte dal prof. Chistoni nelle note sopracitate, si può ritener che i due apparecchi non abbiano correzione relativa.

I confronti fra il n. 39 bis ed il n. 66 vennero eseguiti, parte il 18 giugno da 10^h30^m a 11^h35^m e parte il 21 giugno da 9^h50 a 11^h30^m.

Si ottennero i seguenti risultati:

col 39 bis $i = 0,204; 0,200; 0,205; 0,201; 0,199; 0,198$
col 66 $i = 0,270; 0,267; 0,272; 0,266; 0,264; 0,263.$

Eseguiti i calcoli si ha:

col 39 bis $Q = 1,207; 1,160; 1,219; 1,171; 1,148; 1,137$
col 66 $Q = 1,200; 1,174; 1,218; 1,165; 1,148; 1,140.$

La massima differenza fra i corrispondenti valori di Q , arriva in questo caso a 0,014; però anche in questo caso si deve ritenere non esista praticamente correzione relativa fra i due strumenti.

I confronti fra il n. 39 bis ed il n. 51 vennero eseguiti tutti il giorno 11 luglio da 9^h25^m a 11^h50^m. Si ottenne:

col 39 bis $i = 0,200; 0,201; 0,198; 0,199; 0,200$
col 51 $i = 0,269; 0,269; 0,266; 0,268; 0,269.$

Eseguiti i calcoli:

col 39 bis $Q = 1,160; 1,171; 1,137; 1,148; 1,160$
col 51 $Q = 1,165; 1,165; 1,140; 1,156; 1,165.$

In questo caso la massima differenza fra i corrispondenti valori di Q arriva a 0,008; anche in questo caso è da ritenere quindi non esista correzione relativa fra i due strumenti.

I confronti fra il n. 39 bis e il n. 57 vennero tutti eseguiti il giorno 12 luglio da 9^h50 a 11^h45^m. Si ottenne:

col 39 bis $i = 0,195; 0,195; 0,196; 0,198; 0,196$
col 57 $i = 0,262; 0,261; 0,263; 0,266; 0,264.$

Eseguiti i calcoli:

col 39 bis $Q = 1,103; 1,103; 1,114; 1,137; 1,114$
col 57 $Q = 1,107; 1,098; 1,115; 1,141; 1,124.$

In questo caso la massima differenza arriva a 0,010 che fa pure ritenere non esista correzione relativa nemmeno fra questi due pireliometri.

I risultati precedenti, insieme a quelli riferiti dal prof. Chistoni, dimostrano che in una misura completa, eseguita con cautela, mediante il pireliometro Ångström, difficilmente si commette un errore che arriva a 0,01 di cal. gram., per minuto e per cm.²; ed appoggiano sempre più quanto asserì il prof. Chistoni, cioè che nelle attuali condizioni, il pireliometro a compensazione elettrica dell'Ångström è preferibile a qualunque altro attinometro, asserzione accolta dal Comitato internazionale per gli studi solari, il quale dichiarò che per le misure di radiazione solare, attualmente, lo strumento da preferirsi è il pireliometro Ångström a compensazione elettrica.

Fisica terrestre. — *Sull'interpretazione matematica dei sismogrammi.* Nota di V. MONTI, presentata dal Corrispondente A. BATELLI.

È noto che quando dai tracciati degli strumenti sismici si vuole risalire agli elementi del movimento vero del suolo, occorre in primo luogo disporre d'un'appropriata combinazione di sismografi atti a fornire per ciascun istante gli spostamenti del terreno paralleli a tre assi cartesiani prestabiliti e le rotazioni intorno agli stessi. Su tali strumenti si possono consultare le Note pubblicate sulla determinazione dei moti sismici e sul problema generale della sismografia da M. Contarini (Rend. dell'Acc. dei Lincei, 1901 e 1902), le due Memorie *Ueber seismometrische Beobachtungen* e *Zur Methodik der seismometrischen Beobachtungen* di B. Galitzin (C. R. de la Comm. Sismique permanente, St. Petersbourg, 1902, 1904), e le osservazioni con cui io chiudevo una mia Nota precedente sulla misura della velocità di propagazione delle perturbazioni sismiche in rapporto alla sismometria razionale (Rend. dell'Acc. dei Lincei, 7 gennaio 1906).

Occorre, in secondo luogo, per ciascun istante della perturbazione e per ogni tracciato, determinare il valore della funzione $f(t)$ che esprime l'elongazione dello strumento relativo, e quelli delle derivate $f'(t)$ e $f''(t)$ da introdurre, insieme alla $f(t)$, nelle equazioni differenziali necessarie allo scopo.

Quest'ultimo còmpito è certamente di una difficoltà estrema, quando lo si voglia intendere in tutta la sua generalità; tratti anche brevi di sismogramma presentano spessissimo complicazioni così gravi e così affollate da rendere disperata l'impresa di trovare *a priori* una unica funzione $f(t)$ che vi si adatti; e, se si pensa al genere di forze a cui il tracciamento del sismogramma si deve, la cosa non può recar maraviglia.

Qualche volta dei tratti più o meno lunghi son costituiti da vibrazioni o onde sensibilmente isocrone d'ampiezza continuamente crescente o decrescente; quest'ultimo caso, p. es., è abbastanza frequente nei diagrammi di terremoti locali. Può allora prestare buoni servigi la funzione

$$f(t) = Ae^{\alpha t} \sin \beta t,$$

dove le costanti A , α e β si determinano facilmente dalla considerazione dei punti del sismogramma in cui $f'(t)$ si annulla oppure diventa massima o minima, colle risorse più usuali della matematica elementare e del calcolo differenziale.

Maggior generalità, ma sempre nel caso di onde o vibrazioni isocrone, può presentare la funzione

$$f(t) = \varphi(t) \sin \beta t,$$

nella quale si può tentare di trovar la forma del fattore $\varphi(t)$, dopo aver misurato β , applicando p. es. la formola d'interpolazione di Lagrange a un certo quantitativo di numeri ottenuti dalla divisione delle ordinate dei massimi e minimi del sismogramma per i valori corrispondenti di $\sin \beta t$. La funzione può trovare qualche utile applicazione non solo nel caso di terremoti locali, ma anche in quello di terremoti lontani.

Però, quando si prova a eseguir misure un poco precise sui sismogrammi, si constata subito che questi non sono che casi particolari ben lontani dal costituire la maggioranza di tutti i casi possibili.

Per misure siffatte non può davvero considerarsi come sufficiente l'uso del doppio decimetro, tanto in voga negli osservatori geodinamici per le analisi di sismogrammi da redigersi in linguaggio ordinario.

D'altra parte, è provato che anche coll'uso dei sismografi attuali, purchè razionalmente combinati, si possono ottenere dei tracciati che permettono, fino ad un certo punto, l'analisi delle vere condizioni meccaniche del suolo durante una perturbazione sismica. Perciò ragion vuole che lo strumento adoperato alla misura dei sismogrammi unisca alla sensibilità ed all'esattezza pregi d'economia tali che lo rendano raccomandabile per quel qualunque osservatorio geodinamico, dove, per avventura, si addivenisse finalmente ad una siffatta razionale combinazione di sismografi.

Il Pomerantzeff (C. R. de la Comm. Sismique permanente, St. Peterburg, 1902), nella sua analisi del sismogramma tracciato da un pendolo orizzontale Bosch a Strasburgo il 24 giugno 1901, si servì d'una macchina da dividere, apparecchio non certo destinato, pel suo costo, a diventare d'un uso alquanto generale.

Dopo qualche tentativo, io mi sono arrestato alla disposizione seguente, la quale mi pare, almeno pei sismogrammi un poco sviluppati, assai adatta.

Una piattaforma orizzontale è scorrevole lungo un breve binario formato da due regoli d'acciaio, e, al di sopra di essa e fisso in modo invariabile, si trova un microscopio a debole ingrandimento e fornito di reticolo. La piattaforma è pure suscettibile di movimenti laterali e di rotazioni orizzontali, per mezzo di un congegno simile a quello che si trova impiegato nel così detto tavolino dei microscopi.

Per i movimenti lungo il binario, la piattaforma è comandata dalla vite micrometrica d'uno sferometro, sensibile al millesimo di millimetro e collocato orizzontalmente; tale vite è atta a spingere la piattaforma in un senso, mentre pel senso contrario, quando cioè la vite vien girata a ritroso, una molla antagonista provvede automaticamente al retrocedere della piattaforma e la mantiene in contatto colla punta della vite.

Presi poi una lastrina di vetro da specchi, vi s'incide col diamante una quadrigliatura, ogni elemento della quale abbia p. es. un millimetro o due di lato. Senza che questa quadrigliatura debba essere di grande esattezza, si

colloca la lastrina sulla piattaforma mobile e si misurano, con tutte le cautele che sono del caso e che non occorre ripetere qui, le lunghezze delle singole parti in cui ogni retta della quadrigliatura risulta divisa. Assunto poi come origine un vertice di uno degli elementi, si misurano anche le distanze di questo da tutti gli altri punti d'intersezione della quadrigliatura.

Ciò fatto si sottopone alla lastrina il tratto di sismogramma da esaminarsi, per modo che il vertice origine si sovrapponga a quel punto della direttrice del sismogramma che si assume come corrispondente all'origine dei tempi; si fa pure in modo che la direttrice stessa coincida con una delle rette della quadrigliatura, e, spostando secondo che occorre la piattaforma mobile, si cerca per mezzo del microscopio quali intersezioni della quadrigliatura corrispondono a punti del sismogramma. Le coordinate di tali punti possono allora ottenersi con calcoli semplicissimi di matematica elementare.

Determinati così i valori numerici di $t_1, t_2, t_3 \dots$ e di $f(t_1), f(t_2), f(t_3) \dots$ per un certo numero di punti abbastanza vicini tra loro, si può ottenere il valore $f(t)$ corrispondente a un'epoca qualunque t compresa nell'intervallo, ricorrendo p. es. alla formula d'interpolazione di Lagrange, e la stessa formula permette il calcolo delle derivate di $f(t)$.

Chimica. — *Sui prodotti di idrogenazione del pirrolo a mezzo del nickel ridotto.* Nota di MAURIZIO PADOA⁽¹⁾, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

In questi ultimi anni venne sperimentato con pieno successo da Sabatier e Senderens⁽²⁾ un elegante processo di riduzione basato sull'azione catalitica esercitata da alcuni metalli finamente suddivisi, e specialmente fra questi in grado eminente dal nickel, in presenza dei vapori della sostanza da idrogenare mescolati ad idrogeno.

Questo processo permette di operare riduzioni che con altri metodi presentano grandi difficoltà o non riescono affatto, come la riduzione del benzolo a cicloesano, del fenolo a cicloesanol e cicloesanone, dell'anilina a cicloesilammina e molte altre ancora.

Gli autori citati nè altri non si sono occupati finora, per quanto mi consta, di tentare con questo metodo la riduzione di corpi eterociclici; e fra questi ve ne sono parecchi pei quali le difficoltà della idrogenazione sono assai grandi o addirittura ancora insuperate.

Uno dei passaggi che ancora non si potè compiere e che pure sarebbe

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica Generale della R. Università di Bologna.

(2) Sabatier e Senderens, *Nouvelles méthodes générales d'hydrogénéation*, ecc. (1905).

stato interessante poter effettuare è quello diretto dal pirrolo alla pirrolidina: e di questo appunto ho voluto in primo luogo occuparmi.

Il pirrolo ridotto a mezzo dell'idrogeno nascente (zinco e acido acetico o cloridrico) conduce a un primo stadio della idrogenazione, cioè dà pirrolina (¹); ed è soltanto riducendo la pirrolina con acido iodidrico e fosforo che si può ottenere la pirrolidina (²).

Molti sono i processi di formazione della pirrolidina; si può ottenerla, oltre che nel modo già detto, dalla succinimide e dal pirrolidone (³) dal cianuro di etilene (⁴), dalla δ -clorobutilammina (⁵), dall'ornitina (acido α - δ -diaminovalerianico) (⁶) e dalla γ -aminobutiraleide (⁷). Ma per quanto i metodi siano numerosi nessuno è agevole a seguirsi, talchè si può dire che la pirrolidina è ancora una sostanza di difficile preparazione. Prima di sperimentare sul pirrolo il metodo di idrogenazione degli autori già citati, volli effettuare una riduzione su sostanza già da essi impiegata; e facendo agire nelle condizioni descritte da questi autori il nickel ridotto su una miscela di idrogeno e vapori di benzolo, ottenni con buon rendimento il cicloesano.

Ciò posto, per sperimentare col pirrolo, preparai una certa quantità di questa sostanza allo stato puro partendo da un pirrolo comune di Kalle che bolliva da 125° a 135°, e preparandone il sale potassico; ottenni così del pirrolo puro che distillava costantemente a 130°. Il nickel venne preparato per riduzione dal suo carbonato con idrogeno alla temperatura di 350°, indicata dagli autori citati per ottenere un nickel di cui l'attività sia notevole e in pari tempo di lunga durata; l'operazione venne compiuta nello stesso tubo che poi servì al passaggio dell'idrogeno e del pirrolo. Quest'ultimo veniva introdotto nella canna a mezzo di un tubo capillare comunicante con un piccolo serbatoio cilindrico munito di rubinetto (il tutto in vetro); in tal modo si poteva regolare perfettamente l'efflusso del liquido e questo man mano che giungeva a contatto delle pareti calde del tubo si volatizzava. La quantità di pirrolo che passava in un'ora era di circa 5 ccm³. Impiegai l' idrogeno elettrolitico che prima di venire introdotto nel tubo passava attraverso amianto platinato rovente e gorgogliava per una Drechsel ad acido solforico. Il tubo che conteneva il nickel veniva tenuto a una temperatura oscillante tra 180° e 190° tenendolo immerso in una gronda di ferro piena di sabbia, situata sopra un comune fornello per combustione; la temperatura veniva osservata

(¹) Ciamician e Dennstedt, Gazz. Chim. Ital. XIII, 395 (1883).

(²) Ciamician e Magnaghi, Gazz. Chim. Ital. XV, 480 (1885). — Knorr und Rabe, Berichte XXXIV, 3491.

(³) Ladenburg, Berichte, XX, 2215. — Gabriel, Berichte, XXII, 3335.

(⁴) Ladenburg, Berichte, XIX, 782; XX, 442. — Petersen, Berichte, XXI, 290.

(⁵) Gabriel, Berichte, XXIV, 3233. — Schlink, Berichte, XXXII, 947.

(⁶) Schulze und Winterstein, Berichte, XXXII, 3191.

(⁷) Wohl, Schäfer e Thiele, Berichte, XXXVIII, 4157.

con un termometro avente il bulbo immerso nella sabbia. I prodotti della reazione venivano condensati all'uscita in un palloncino raffreddato con acqua corrente.

Operando in tal modo ottenni come prodotto un liquido limpido e incoloro di forte odore ammoniacale; durante l'operazione si sviluppava anche ammoniaca. Il prodotto liquido trattato con acqua non si scioglieva che in parte; per separare i prodotti basici dal pirrolo rimasto inalterato, aggiunsi al liquido etere ed estrassi la miscela con acido cloridrico diluito.

Dalla soluzione eterea rimasta, seccata con potassa, riottenne per distillazione il pirrolo puro che impiegai per una successiva riduzione; operando per due o tre volte allo stesso modo accumulai una certa quantità di cloridrati.

La soluzione di questi, che ancora conteneva una certa quantità di pirrolo, venne distillata in corrente di vapore; in tal modo una parte del pirrolo si resinifica ed il resto distilla. Successivamente distillando pure in corrente di vapore la soluzione dopo avervi aggiunto un eccesso di potassa, passò una notevole quantità di prodotti basici: una parte di essi, solubile in acqua; il resto si separò come olio incoloro. Per ottenere la completa separazione delle basi dall'acqua, saturai il liquido con potassa; le basi oleose così separate vennero fatte bollire a ricadere su potassa fusa per seccarle completamente e per eliminarne l'ammoniaca; poi le distillai frazionatamente sull'ossido di bario. La maggior parte del prodotto distillò al disotto di 110°; poi il termometro salì rapidamente e distillò un prodotto che passava inalterato, ma di cui per l'esigua quantità non potei determinare il punto d'ebullizione esatto.

Il prodotto distillato al disotto di 110° era completamente miscibile con l'acqua; quello che bolliva alto era un olio fortemente basico poco solubile in acqua. Del prodotto più volatile la maggior parte distillò fra 80° e 90°: temperature che potevano corrispondere ai punti d'ebullizione della pirrolina (90°) o della pirrolidina (86°-88°); mi accinsi dunque ad identificare il prodotto basico ottenuto. Il cloridrato della base diede con cloruro d'oro un abbondante precipitato giallo; ottenutane la cristallizzazione, il *cloroaurato* si presentò nella forma caratteristica di aghi raggruppati a spina di pesce, propria del cloroaurato di pirrolidina. Ciò venne poi confermato dal punto di fusione (206°) e dall'analisi di cui seguono i dati

	Calcolato	Trovato
Au %	47,97	47,71
C "	11,67	11,87
H "	2,45	2,59

Preparai poi della stessa base il *cloroplatinato* che si presenta in belli aghi gialli che anneriscono a 190° e fondono a 200° scomponendosi; ed il

picrato che si separa dalla soluzione acquosa in cristalli giallo-chiari fondenti a 112°. Questi dati corrispondono tutti a quelli riferiti dagli autori (¹).

La pirrolidina rimase così identificata; e questa trasformazione del pirrolo in pirrolidina può essere considerata, meglio che gli altri procedimenti noti, un metodo di separazione di questa base; il rendimento ottenuto in queste prime esperienze non è molto elevato (non più del 25 %) e ciò è dovuto, più che alla formazione di prodotti secondari, alla perdita di pirrolo nei successivi passaggi e ricuperi. Ma non è improbabile che studiando meglio, come mi propongo di fare, le condizioni dell'esperienza (lunghezza del tubo, temperatura, ecc.), si possa migliorare il rendimento.

Ed ora rimane a parlare del prodotto basico meno volatile; questo si scioglieva completamente in acido cloridrico; dal cloridrato con acido picrico acquoso si separò un picrato assai poco solubile in acqua a freddo.

Lo cristallizzai dall'alcool: si presenta in bellissimi aghi gialli sericei, fondenti a 123°; dopo averlo cristallizzato più volte dal medesimo solvente procedetti all'analisi:

Calcolato per $C_8H_{15}N \cdot C_6H_5(NO_2)_2 \cdot OH$		Trovato
C	47,42	47,57
H	5,12	5,39
N	15,81	15,93

Come si vede l'analisi conduce ad ammettere per questa base la formola $C_8H_{15}N$. Di questa sostanza mi riserbo di studiare più a fondo la proprietà e la costituzione; tuttavia voglio dire fin d'ora che la formula trovata corrisponde a quella di un indolo completamente idrogenato, che si potrebbe chiamare *esaидроindolina* e che non è improbabile che il pirrolo che ha spiccate tendenze alla condensazione dia luogo nelle condizioni descritte a una condensazione e contemporanea riduzione di questo genere:



È noto infatti che dal tripirrolo si ottiene indolo (²), e che dallo stesso pirrolo si può ottenere indolo (³); che dall' α - β -dimetilpirrolo si può passare al tetrametilindolo (⁴). Altri notevoli esempi della tendenza dei pirroli alle

(¹) Vedi ad es. Wohl, Schäfer e Thiele, I. c.

(²) Dennstedt e Zimmermann, Berichte, XXI, 1478. — Dennstedt, ibidem, XXI, 3429. — Dennstedt e Voigtländer, ibidem, XXVII, 476.

(³) Dennstedt, Chem. Zeit. 1901, II, 1018.

(⁴) Dennstedt, Berichte, XXI, 3429.

condensazioni sono dati da quelle ottenute da Plancher e Tornani coi dime-tilpirroli (¹).

Per risolvere definitivamente la questione, è necessario sottoporre l'indolo e i suoi omologhi al medesimo processo di idrogenazione, ciò che mi propongo di fare; come pure mi propongo di tentare la riduzione di altri nuclei etericiclici, come il tiofene, il furano e i composti piridici e chinolinici.

Fisiologia. — *Sulla Fisiologia della respirazione. I. Osservazioni su di un caso di fistola bronchiale nell'uomo.* Nota di **V. DUCCESCHI**, presentata dal Socio L. LUCIANI.

Il soggetto delle osservazioni che mi accingo ad esporre fu uno studente di medicina, il sig. O. M., il quale presentava una fistola bronchiale posteriore sul torace e che si prestò di buon grado alle mie ricerche.

Il sig. M. cadde malato di febbre tifoidea nel settembre del 1903 e fu ricoverato all'Ospedale di S. Spirito in Roma; estintasi l'infezione intestinale comparvero i sintomi evidenti di un ascesso polmonare a sinistra del torace ed il paziente fu trasportato nel dicembre all'Ospedale della Consolazione, dove il 20 febbraio del 1904 fu sottoposto ad un atto operativo (prof. R. Bastianelli) per un ascesso situato nella parte superiore del lobo inferiore del polmone sinistro. Il polmone aderiva alla pleura parietale e l'operazione consistè nello svuotamento dell'ascesso previa resezione di 8 cm. della quinta costa tra la linea paravertebrale e la scapolare. Ne residuò un seno in corrispondenza della ferita, lungo circa 7 cm., che non immetteva in alcuna cavità ma comunicava con un grosso bronco. Questo seno persistè vari mesi dopo che il paziente fu dimesso dall'Ospedale in discrete condizioni di salute ed in stato di attendere a gran parte delle sue solite occupazioni.

Verso la fine del 1904 il seno si chiuse e la guarigione fu completa; l'anno seguente il soggetto godè ottima salute e fu in grado di laurearsi nella sessione autunnale del 1905.

Io ebbi il sig. M. in osservazione per alcuni giorni del mese di ottobre del 1904. Si trattava di un individuo di media taglia, normalmente costituito ed in uno stato discreto di nutrizione. Sulla metà sinistra del torace, posteriormente, all'altezza della quinta costa, si scorgeva la cicatrice guarita della ferita operatoria; verso il terzo più interno della cicatrice, 9 cm. all'esterno della linea mediana della colonna vertebrale, ed in un punto corrispondente al quinto spazio intercostale, si notava un piccolo orificio rotondeggiante, dai bordi cicatrizzati, avente un lume di quattro mm. all'incirca; l'aria ne fuorusciva e vi penetrava in rapporto rispettivamente con la respirazione e la inspirazione, producendo un leggero rumore di soffio che diveniva più intenso quando il soggetto parlava o faceva uno sforzo respiratorio. Il soggetto non risentiva alcuna sofferenza sulla parte; egli usava tener chiusa la fistola con un tamponcino di garza fissatovi con una fascia. Dalla fistola gemevano nella giornata poche gocce di un liquido sieroso che non aveva alcun odore. Se se ne eccettui la preoccupazione sull'esito della fistola, il soggetto si sentiva bene. Il

(¹) Gazz. Chim. Italiana 1905, I, 461.

respiro era normale; le escursioni delle due metà del torace si compievano contemporaneamente ma apparivano un poco disuguali in ampiezza, con scapito della metà sinistra. La percussione mostrava una breve zona di ottusità attorno alla fistola e lungo la cicatrice; sulla stessa estensione il respiro era soffiante. Nel resto del torace i reperti della percussione e dell'ascoltazione erano normali. Il soggetto aveva solo raramente qualche colpo di tosse.

La posizione della fistola e le notizie riguardanti l'atto operativo ed i dati della specillazione facevano ritenere che il seno fistoloso comunicasse direttamente, e con maggior probabilità per mezzo di una o più diramazioni principali, col bronco che si ramifica al lobo inferiore del polmone sinistro. Che non si trattasse di una piccola comunicazione, si poteva dedurre dall'ampiezza della colonna d'aria che usciva dalla fistola nella respirazione. Il seno fistoloso comunicava certamente con l'albero bronchiale perchè se si applicava all'apertura esterna una sostanza non molto odorosa contenuta in un piccolo batuffolo di cotone ricoperto con un imbuto, il soggetto ne avvertiva subito l'odore, in modo assai intenso, mentre lo stesso odore non era avvertito dagli astanti. Il reperto della specillazione faceva escludere inoltre che il seno fistoloso comunicasse con una cavità modificante il suo volume con i moti del respiro e che determinasse così il getto d'aria attraverso la fistola.

1. Rapporti fra i movimenti respiratori del torace e del diaframma.

— Le prime ricerche furono dirette a vedere quale fosse il decorso della pressione bronchiale in rapporto con i movimenti respiratori del torace e dell'addome. Mi servii del metodo spirografico; per compiere questa spirografia bronchiale io introduceva nell'apertura esterna della fistola, che appariva un poco più ristretta del condotto che gli succedeva, una cannula di vetro del diametro interno di 6 mm. e provvista, in vicinanza della estremità che si introduceva nella fistola, di una leggera strozzatura la quale corrispondeva appunto all'orificio della fistola stessa. Il tubo di vetro era lungo 35 mm. e sporgeva al di fuori del seno fistoloso per circa 15 mm.; esso aveva lo scopo di mantenere sempre uniforme il diametro dell'apertura della fistola durante la serie delle ricerche. Al disopra del tubo si applicava col mastice un imbuto di vetro che si fissava al torace mediante una leggera fascia elastica; l'imbuto era in comunicazione per mezzo di un tubo di gomma con un tamburo del Marey. A questo modo le modificazioni di pressione dell'interno della fistola si trasmettevano alla cavità chiusa dell'imbuto, e da questa al tamburo registratore. I movimenti del torace si scrivevano servendosi di un doppio tamburo ricevitore del Marey (il comune cardiografo a tamburo del Verdin) fissato con dei nastri al torace. Per l'addome si usò un tamburo provvisto di bottone che appoggiava sulla cute della fossa epigastrica; il tamburo era tenuto in posto da un apposito sostegno. Tanto per il torace quanto per l'addome, la curva dell'inspirazione era segnata da una linea ascendente. In alcune ricerche il soggetto era seduto, in altre era disteso orizzontalmente.

Ciò che colpì l'attenzione fin dai primi esperimenti, fu che nella respirazione tranquilla il decorso della curva dei movimenti toracici non corri-

spondeva a quello della curva spirografica bronchiale, in rapporto con le fasi della respirazione; le oscillazioni inspiratorie ed espiratorie della pressione bronchiale sembravano precedere le curve rispettive dovute ai movimenti del torace. Dirò ora con maggior precisione e sulla guida di una figura come stassero le cose.

Nella fig. 1 la linea superiore (T) è la curva ottenuta dal pneumografo applicato al torace, la linea inferiore (B) è la curva delle modificazioni della pressione nell'albero bronchiale. L'inspirazione è indicata nel tracciato pneumografico da una linea ascendente, nel tracciato spirografico da una linea discendente che segna il divenir negativa della pressione intrabronchiale nella fase inspiratoria. L'esame del tracciato mostra che la pressione nell'interno dei bronchi si abbassa prima che cominci l'espansione del torace e si inalta prima che l'inspirazione toracica cessi, per tornare ad abbassarsi prima che sia terminata l'espirazione toracica. Il fenomeno risulta chiaramente se si comincia l'esame delle curve dopo di aver fatto eseguire al soggetto un brevissimo arresto espiratorio o se si fa rallentare il ritmo nel respiro, come nella fig. 1; si rilevano così assai meglio i rapporti tra le fasi della respirazione; ma tali rapporti non si modificano, se si eccettua la assenza della pausa, nel ritmo ordinario del respiro. L'interferenza tra le due curve si produce costantemente in tutta la serie delle respirazioni, per quanto la registrazione sia prolungata anche per varî minuti e ripetuta a lunghi intervalli. Per riguardo ai rapporti di tempo del fenomeno dirò che il ritardo fra l'abbassamento della pressione bronchiale ed il movimento inspiratorio del torace era di $1/8$ ad $1/4$ dell'intero atto respiratorio toracico, che durava circa due minuti secondi. Il ritardo fra il rialzarsi della pressione intrabronchiale e l'espirazione toracica era alquanto maggiore, potendo giungere a quasi un terzo dell'intera respirazione.

Se le oscillazioni della pressione bronchiale relative alle singole fasi del respiro fossero avvenute in ritardo sui movimenti del torace, si sarebbe potuto pensare che vi fosse una stenosi nel seno fistoloso per cui la trasmissione delle variazioni della pressione intrabronchiale all'apparecchio registratore fosse ostacolata. Ma poichè invece l'abbassamento inspiratorio e l'innalzamento espiratorio della pressione intrabronchiale precedevano i movimenti inspiratorio ed espiratorio del torace, bisognava ammettere che la curva spirometrica fosse influenzata da un fattore diverso dalla contrazione dei muscoli intercostali e cioè dal diaframma. La registrazione dei movimenti respiratori dell'addome e delle oscillazioni della pressione bronchiale confermò questa supposizione, come apparisce dalla fig. 2, nella quale la dissociazione delle due curve quale si osserva nella fig. 1 è quasi del tutto scomparsa. Vi è ancora una piccola differenza, ma questa volta è a vantaggio del movimento dell'addome, ed è forse dovuta a che quando comincia l'inspirazione diaframmatica perdura ancora l'espirazione toracica; ora la pressione bronchiale non

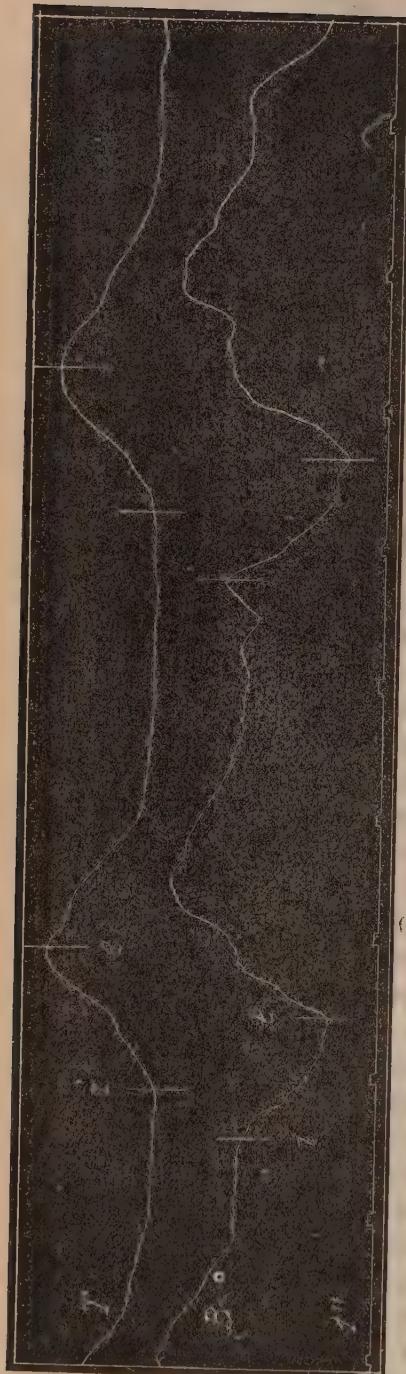


FIG. 1. — *T*, curva dei movimenti del torace; *B*, tracciato della pressione intrabronchiale; *i*, inizio della inspirazione, e della espirazione. Le divisioni del tempo equivalgono ad 1". Questo tracciato, e così pure i segmenti, si legge da sinistra a destra.

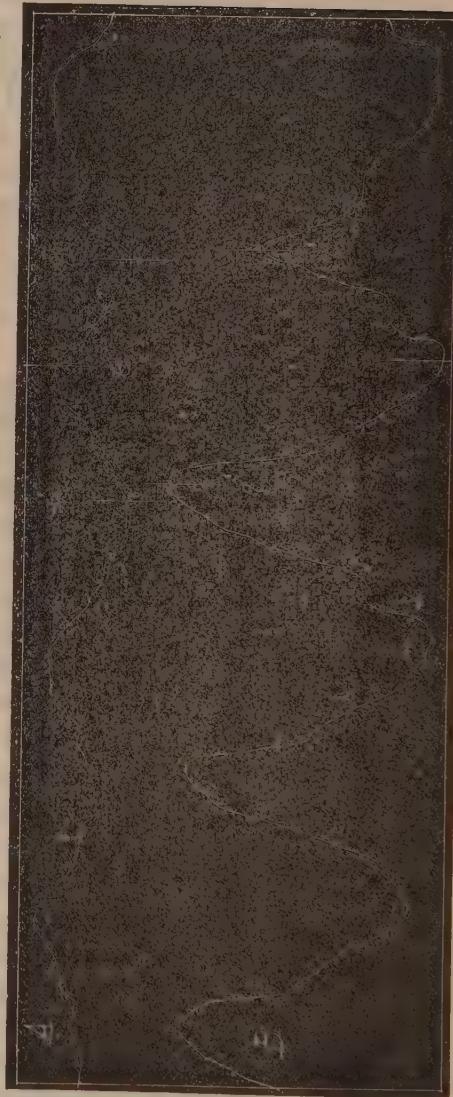


Fig. 2. — *A*, curva dei movimenti dell'addome. Le altre indicazioni come nella fig. 1.

è che la risultante di queste due influenze. Dunque l'interferenza delle oscillazioni della pressione bronchiale con i movimenti del torace si deve a che il movimento dell'aria nei bronchi ubbidisce principalmente ai moti del diaframma, sebbene nei suoi particolari rappresenti la risultante delle due azioni combinate della contrazione dei muscoli intercostali e del diaframma.

Osservando attentamente il succedersi dei movimenti respiratori del torace e dell'addome, non era difficile l'accorgersi che l'atto inspiratorio si iniziava col sollevamento delle pareti addominali e che l'abbassamento respiratorio di queste ultime precedeva la espirazione toracica. La fig. 3 ottenuta

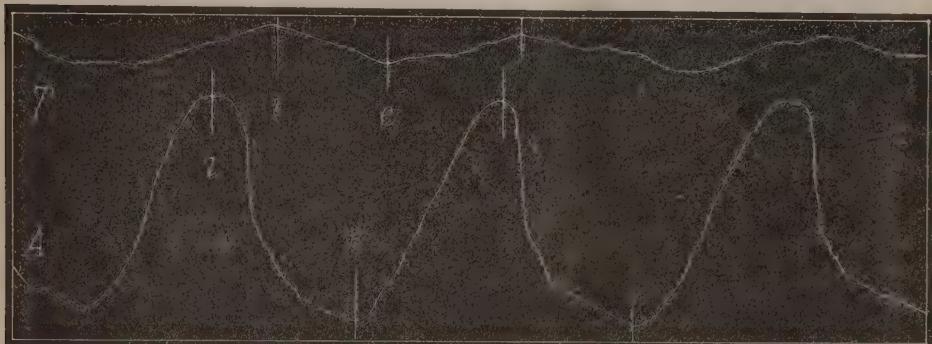


FIG. 3. — *T*, curva dei movimenti del torace; *A*, curva dei movimenti dell'addome; *i*, termine della inspirazione; *e*, termine della espirazione.

applicando il pneumografo al torace ed il tamburo semplice sulla fossa epigastrica serviranno a dare una immagine obiettiva del fenomeno.

Nel soggetto in esame esisteva dunque una dissociazione dei movimenti dei muscoli intercostali e del diaframma, costituita più specialmente dall'entrare essi in azione in tempi diversi durante l'atto respiratorio. L'interesse del fenomeno sta in ciò che esso fu notato costantemente, salvo alcune modificazioni nella intensità e nella forma, per tutta la durata delle mie ricerche che si estesero, con alcune interruzioni, dal giorno 11 al giorno 30 dell'ottobre 1904. Non si trattava quindi di un episodio passeggiiero ma di un vero e proprio tipo di respirazione. Le differenze che si notavano da un giorno all'altro consistevano più specialmente nella diversa durata dell'intervallo che separava l'inizio delle due fasi dell'atto respiratorio nel torace e nel diaframma. Uno dei tipi più notevoli di tali modificazioni è dato dal tracciato della fig. 4, in cui la dissociazione interessa solo l'atto inspiratorio; in questo tracciato è rimarchevole anche la diversa durata che hanno la fase inspiratoria ed espiratoria nel torace e nel diaframma.

Raccogliendo la curva spirografica buccale per mezzo di un ampio tubo di vetro comunicante con una bottiglia della capacità di due litri in rapporto con un tamburo del Marey e tenendo chiuse le narici, se nello stesso tempo

si raccoglieva il tracciato dei moti del torace si poteva convincersi che la curva spirografica orale presentava le stesse caratteristiche della curva spirografica bronchiale, le stesse interferenze con i movimenti toracici. Ciò faceva escludere che il tracciato raccolto attraverso alla fistola bronchiale dovesse le particolarità che ho descritte à condizioni di stenosi¹ ad altro che deformasse la vera curva della pressione bronchiale.

La posizione seduta o la giacitûra distesa, supina, del soggetto non modificarono sensibilmente i fenomeni osservati.

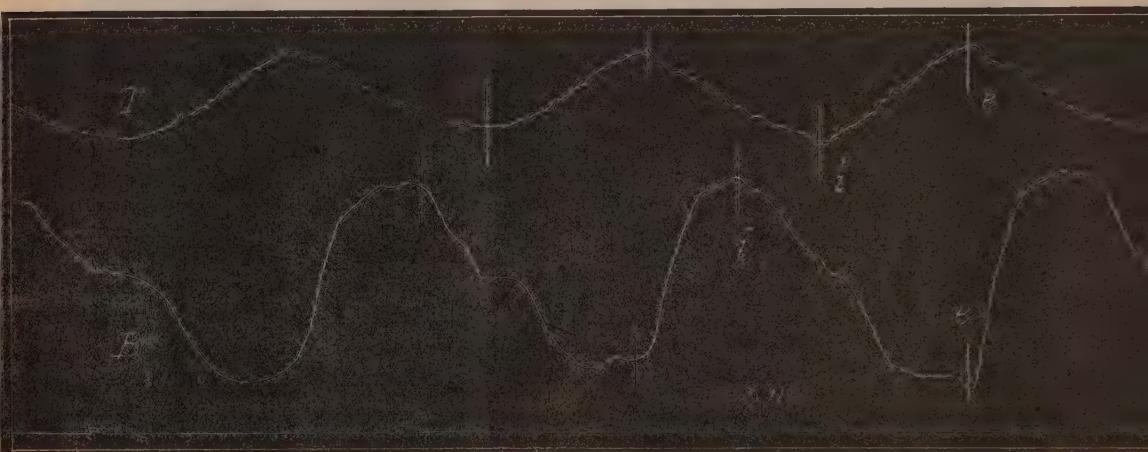


FIG. 4. — *T, B, i, e, come nella fig. 1.*

Era mia intenzione di compiere sullo stesso individuo altre ricerche oltre quelle descritte ed oltre alle osservazioni sulle modificazioni della pressione bronchiale nella fonazione, delle quali mi occuperò fra breve; ma il sig. M. fu costretto ad allontanarsi improvvisamente da Roma restando assente oltre un mese, e quando ritornò, nel dicembre 1904, la fistola era quasi totalmente richiusa.

Il fatto più importante che nella serie di ricerche compiuta mi fu dato di osservare ripetutamente e di controllare in più modi, è la dissociazione già descritta dei movimenti del diaframma e dei muscoli intercostali, che nel soggetto in esame era divenuta il tipo ordinario del respiro.

Le nostre conoscenze sulle varie forme di dissociazione nell'attività dei muscoli respiratori si devono quasi esclusivamente al Mosso; nelle sue Memorie sulla respirazione (¹) quei fenomeni hanno trovata un'ampia e rigorosa illustrazione.

(¹) Mosso A., *Sui rapporti della respirazione addominale e toracica nell'uomo*, Arch. per le scienze mediche, 1878, pag. 433; *La respirazione periodica e la respira-*

Le « *interferenze nei movimenti addominali e toracici* » descritte dal Mosso sono rappresentate o dalla diversa intensità con cui si compiono in un dato istante le contrazioni dei muscoli intercostali — o dal diverso stato di tonicità di quei muscoli — o dai differenti rapporti di tempo con cui si iniziano e decorrono in essi le fasi inspiratoria ed espiratoria. Nei rapporti cronologici tali interferenze derivano o da che quelle fasi iniziano in tempi diversi nel torace e nel diaframma, oppure dalla differente durata della inspirazione e della espirazione in quei due ordini di muscoli. Questi fenomeni possono presentarsi isolati o formare una serie di combinazioni che troppo lungo sarebbe il descrivere partitamente e le quali trovano nelle pubblicazioni del Mosso una estesa documentazione grafica; la loro importanza sta nel dimostrarci essi la relativa indipendenza funzionale dei centri nervosi dei singoli gruppi di muscoli respiratori. Le dissociazioni e gli antagonismi nell'attività del diaframma e dei muscoli intercostali che qui ho ricordate, vennero osservate per la maggior parte nell'uomo in circostanze del tutto fisiologiche; ma si tratta sempre di fenomeni transitorî legati a determinate condizioni funzionali.

Il primo cenno di questa dissociazione nei movimenti del diaframma e dei muscoli intercostali, in condizioni normali e nell'uomo, spetta per quanto io mi sappia all'Hutchinson (¹), il quale facendo la ben nota distinzione dei due tipi respiratori, il costale ed il diaframmatico, notava che nel primo il movimento respiratorio si osserva sempre in antecedenza nelle coste superiori e poi nell'addome, mentre nel secondo tipo di respirazione l'atto respiratorio comincia sempre dall'addome. Nel 1890 H. Sewall ed E. Pollard (²) constatarono graficamente in una serie di individui normali che nella posizione eretta i moti del respiro si iniziano il più spesso nel torace, ma che l'espansione estrema ed il rilasciamento espiratorio del torace e dell'addome sono simultanei. Il ritardo del movimento inspiratorio nell'addome era maggiore quando gli individui stavano distesi sul dorso. Quegli autori videro anche che nel canto la partecipazione del torace e del diaframma con i muscoli addominali è assai diversa a seconda delle variazioni del tono e della voce emessa; ci occuperemo fra breve delle osservazioni da essi fatte riguardanti la fonazione semplice.

Il risultato di tutte queste ricerche si è che le varie forme di dissociazione nei movimenti respiratori del diaframma e del torace possono rap-

zione superflua o di lusso, Mem. della R. Accad. dei Lincei, 1885, pag. 457; *I movimenti respiratori del torace e del diaframma*, Mem. della R. Accad. delle Scienze di Torino, 1903, pag. 307.

(¹) Hutchinson Art. *Thorax* nella Todd and Bowmann's Cyclopedias of Anat. and Physiol. citato da Sewall e Pollard.

(²) H. Sewall and M. E. Pollard, *On the relation of diaphragmatic and costal respiration, etc.*, Journal of Physiol. vol. II, 1890, pag. 159.

presentare, almeno fino ad un certo limite ed in determinate circostanze, dei fenomeni del tutto normali. Che in altro grado ed in altre condizioni dell'organismo essi assumano un significato patologico si può argomentare da una recente pubblicazione del Grocco (1), che ha osservato tali dissociazioni nell'attività dei muscoli respiratori più specialmente in forme morbose in cui era interessato il midollo allungato. Ma quali caratteri facciano distinguere queste dissociazioni respiratorie patologiche da quelle fisiologiche e conferiscano alle prime il carattere prognostico sinistro che gli attribuisce il Clinico di Firenze, non apparisce dalla pubblicazione ora citata.

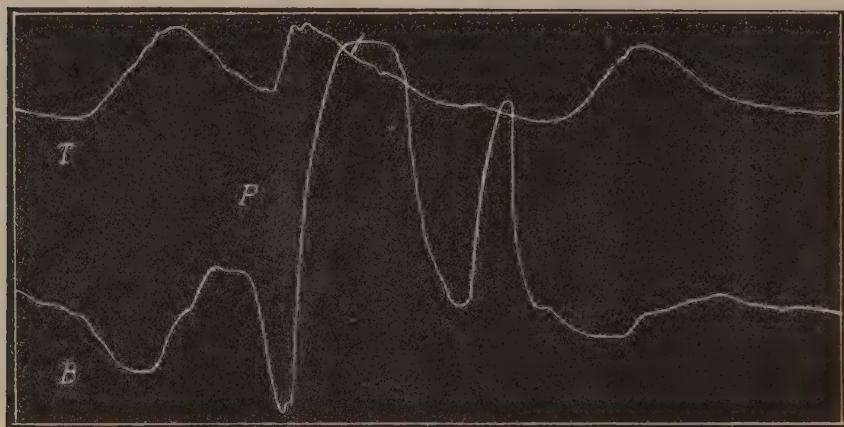


FIG. 5. — *T, B*, come nella fig. 1. In *P*, il soggetto pronunzia la parola *buon giorno*.

Nel nostro soggetto è ammissibile che la prevalenza della respirazione diaframmatica effettuatisi durante il periodo acuto della malattia polmonare, e più tardi i postumi di essa, abbiano resa stabile la forma della respirazione dissociata che si osservava nel sig. M. anche quando ogni traccia del processo acuto polmonare si era dileguata. La curva della pressione intrabronchiale ci dette una immagine fedele della precedenza nel ritmo e della prevalenza funzionale nella contrazione del diaframma sulla contrazione dei muscoli intercostali.

Il grado notevole e la fissità del fenomeno osservato mi parvero meritevoli di illustrazione e di breve commento, costituendo essi un documento assai valido a favore della dottrina della relativa indipendenza funzionale dei vari centri nervosi dei muscoli respiratori.

2. *Modificazioni della pressione bronchiale nella fonazione.* — Il caso di fistola bronchiale che ebbi in osservazione mi fornì l'opportunità di compiere qualche ricerca sulle modificazioni della pressione intrabronchiale

(1) P. Grocco, *Respirazione dissociata, ossia di una speciale alterazione dei movimenti respiratori*. Rivista crit. di Clinica med., vol. V, pag. 333.

durante la fonazione. Sewal e Pollard che studiarono i movimenti del torace e dell'addome mentre i soggetti in esame pronunziavano qualche parola, videro che nella fonazione entravano in attività specialmente i muscoli addominali ed il diaframma. Le ricerche che io feci scrivendo le oscillazioni della pressione intrabronchiale ed i movimenti del torace mi fecero consta-

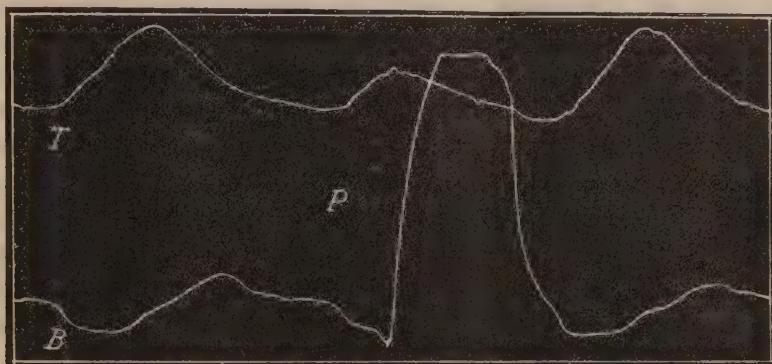


FIG. 6. — *T, B*, come nella fig. 1. In *P* il soggetto dice *no*.

tare che anche il mio soggetto di studio si serviva di preferenza del diaframma per espirare nella fonazione. La fig. 5 corrisponde al momento in

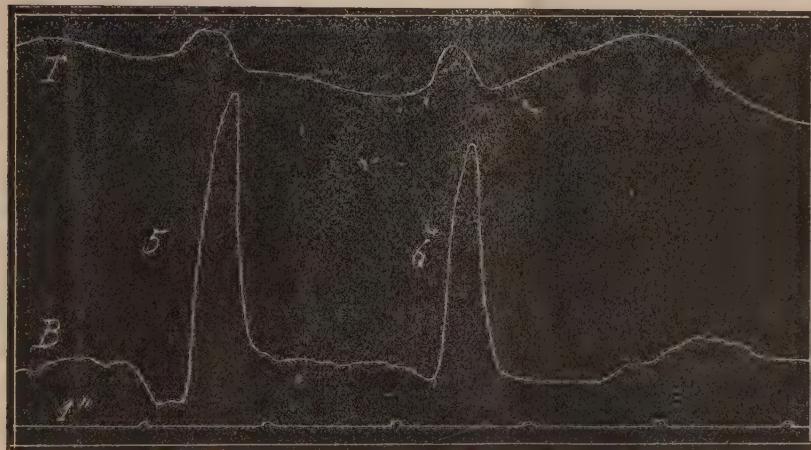


FIG. 7. — *T, B*, come nella fig. 1. In 5, il soggetto dice *si*, in 6 dice *no*.

cui il soggetto pronunzia la parola *buon giorno*; anche il torace si trova in attitudine espiratoria, ma è facile accorgersi che i notevoli aumenti della pressione bronchiale non possono essere dovuti ai muscoli intercostali; d'altra parte era facile constatare con l'ispezione l'energico abbassarsi della regione epigastrica che coincideva con la fonazione. Lo stesso valga per la fig. 6, che

rappresenta il movimento del torace e le oscillazioni della pressione bronchiale nel momento in cui il soggetto pronunzia il monosillabo *no*; in questo caso l'espirazione toracica è minore che nelle ordinarie respirazioni, mentre l'elevazione della pressione è assai ampia. Nella fig. 7 è rappresentato un fenomeno che io ho osservato più volte durante la fonazione energica ed in special modo nell'emissione di monosillabi staccati; in questo caso non solo il torace non partecipa all'espirazione fonetica, ma sotto l'impulso del rapido ed energico movimento del diaframma, esso si dilata passivamente. Questa dilatazione della cassa toracica quando si compiono rapidi ed intensi moti del diaframma può constatarsi anche poggiando la mano sul torace stesso. Naturalmente anche i muscoli dell'addome partecipano alle brusche scosse espiratorie che avvengono durante la fonazione; si può infatti constatare che durante la fonazione a voce alta, le pareti addominali si tendono contraendosi vivacemente. Ma quale parte spetti alle pareti addominali e quale al diaframma nel processo della fonazione non è agevole il determinarlo con precisione.

Patologia vegetale. — *Ricerche intorno al modo di caratterizzare le alterazioni prodotte alle piante coltivate, dalle emanazioni gassose degli stabilimenti industriali* (¹). Nota del dott. UGO BRIZI, presentata dal Socio G. CUBONI.

Nelle vicinanze di stabilimenti industriali le emanazioni gasose che fuoriescono, producono, come è noto, assai di frequente, lesioni o disturbi funzionali nelle piante coltivate, a distanza alcune volte assai grande dal luogo di produzione di esse. Ciò è causa di quotidiane controversie fra industriali ed agricoltori, che danno luogo sovente a perizie legali per accertare le cause di danno.

Di questo argomento moltissimi autori si sono occupati, ed abbiamo già, sia nell'analisi chimica, sia nella ricerca microscopica, dei mezzi sufficienti per potere nella maggior parte dei casi fare, abbastanza sicuramente, diagnosi generica di danni prodotti da vapori acidi.

Come è noto i gas che più frequentemente sono causa di danni, sono in primo luogo i vapori solforosi, anidride solforosa od acido solforoso o solforico, meno frequenti i vapori fluoridrici ed idroclorici.

Nella pratica non è sempre possibile fare una più precisa diagnosi, ed attribuire le lesioni che si trovano sulle piante all'uno piuttosto che all'altro gas, per cui nelle località dove diverse fabbriche o stabilimenti funzionano

(¹) Laboratorio di Patologia vegetale della R. Scuola Superiore di Agricoltura di Milano, febbraio 1906.

contemporaneamente, producendo gas diversi, non si sa spesso a chi attribuire la responsabilità dei danni.

L'analisi chimica non ci dà però sempre un grande aiuto in tale questione, perchè molti dei composti che l'analisi rivela, entrano come costituenti normali e in quantità assai variabili, delle ceneri delle piante. La stessa ricerca chimica non potrebbe dar risultati sicuri se non con analisi comparative e minute non sempre facili o possibili, giacchè l'esperienza dimostra che alcuni gas, come l'acido fluoridrico, possono danneggiare gravemente le foglie verdi, pur essendo in quantità estremamente piccola, e tale da non lasciar spesso neppure traccia all'analisi chimica.

Di più l'analisi chimica comparativa fra piante sane e supposte danneggiate da vapori acidi, ha il grave inconveniente che spesso le piante che si suppongono alterate da fumi, sono invece danneggiate da altre cause soprattutto parassitarie, e in tal caso presentano ugualmente una differenza, alcune volte assai grande, di dati analitici, differenza che potrebbe venir attribuita all'azione dei fumi.

L'esame microscopico è di un prezioso aiuto, in primo luogo perchè ci permette di determinare subito se trattasi invece di malattia parassitaria, ed anche perchè ci permette di avere dei caratteri, come lo scrivente dimostrò ampiamente in altra pubblicazione, per determinare quando le lesioni sulle foglie siano prodotte da acido solforoso, da acido cloridrico, o da disturbi fisiologici, come scottatura per colpo di sole o per freddo intenso.

Finora però non furono mai descritti o indicati caratteri netti e precisi per poter distinguere, colla ricerca microscopica minuta, le lesioni prodotte esclusivamente da vapori idrofluorici.

La questione è di grande importanza pel fatto che vapori idrofluorici si producono e sfuggono, più o meno, salvo dove gli apparecchi di condensazione sono perfetti, funzionano bene e costantemente, dalle oramai numerose fabbriche di concimi chimici che producono perfosfati, partendo dalle fosforiti, le quali contengono sempre una certa quantità di fluoruri, specialmente di calcio.

All'intento di contribuire a risolvere questo interessante problema per la pratica, ho eseguite nello scorso anno numerose esperienze, studiando i caratteri delle lesioni sperimentali prodotte dall'azione di vapori idrofluorici, e confrontandole con quelle che ho di fatto riscontrate in vicinanza di fabbriche di perfosfati minerali.

Riservandomi di pubblicare, col sussidio di figure, l'intero lavoro, descrivendo anche in modo particolareggiate le modalità delle esperienze, riassumo le conclusioni alle quali sono giunto, che dimostrano come sia possibile, in certe condizioni, affermare con certezza se, certe lesioni che si manifestano sulle foglie di alcune piante coltivate, soprattutto dei gelsi, siano dovute o meno all'azione nociva di vapori idrofluorici.

Le esperienze furono eseguite sottoponendo rami di gelso, in atmosfera confinata, all'azione di quantità variabili di vapori di acido fluoridrico puro, e, per avere condizioni simili a quanto può avvenire in natura, anche a vapori di fluoruro di silicio i quali ultimi appunto si svolgono nelle fabbriche di perfosfati, in seguito al trattamento delle fosforite con acido solforico.

In tutti i casi, il modo di comportarsi e i caratteri delle lesioni sperimentali furono, nelle foglie di gelso, che sole vennero per ora studiate, quasi identici.

Il metodo usato fu lo stesso già adoperato da Ost e da Schmitz-Dumont, soltanto che le campane di vetro di determinata capacità, e tutte le parti in vetro dell'apparecchio vennero spalmati di paraffina per evitare l'azione corrosiva dei vapori idrofluorici.

In una prima serie di esperienze, alcuni rami giovani di gelso furono sottoposti per circa tre ore all'azione di una piccola quantità di vapori di acido fluoridrico puro fumante, circa $1/1000$ in volume.

Mantenendo l'aria nell'interno dell'apparecchio perfettamente secca, ed evitando con particolari disposizioni l'entrata di vapore d'acqua nell'interno dell'apparecchio, dopo un'ora circa si notava che le foglie giovanissime cominciavano ad imbrunire leggermente all'apice, imbrunito che in seguito rapidamente si estendeva a tutto il margine della foglia, la quale già dopo due ore cominciava ad accartocciarsi leggermente.

Le foglie così colpite venivano tolte successivamente e sottoposte alla indagine microscopica, in modo da avere la opportunità di osservare il progressivo sviluppo delle alterazioni.

Ulteriori esperienze furono fatte facendo agire i vapori di acido idrofluorico in presenza di acqua allo stato di vapore, iniziando cioè l'esperienza quando le foglie dei rami di gelso avevano quasi saturata l'aria contenuta nell'apparecchio con vapor d'acqua di traspirazione.

Prove analoghe furono poi istituite con rami di gelso adulti, adoperando, con aria mantenuta perfettamente secca, vapori di fluoruro di silicio.

In tutti i casi, le porzioni della lamina foliare del gelso imbrunite per opera dei gas, perdono immediatamente la facoltà di traspirare. La sottrazione di acqua d'imbibizione delle pareti delle cellule epidermiche è tanto violenta che, quando peraltro la foglia non è ancora appassita e quando le parti imbrunite si conservano ancora turgide, la porzione imbrunita è resa *impermeabile*, verosimilmente perchè riesce profondamente alterata la sua struttura molecolare. Infatti tutte le prove eseguite, senza eccezione, quando l'azione dei vapori acidi era recente, sulle foglie di gelso, hanno dimostrato che, in corrispondenza della porzione di lamina imbrunita, non vi era più eliminazione d'acqua né per traspirazione cuticolare, né stomatica, il che era assai facile provare col metodo solito della carta al cobalto o alla pellicola di collodion.

Tale sottrazione d'acqua è meno rapida e meno violenta, quanto più è spessa la cuticola, la quale oppone una valida resistenza. È questa la ragione per la quale le foglie già adulte risentono danni molto minori e occorre per queste, a tutte le altre circostanze pari, una quantità di vapori di HF, e una durata d'azione assai più lunga per determinare le caratteristiche lesioni sulla lamina.

Nelle foglie giovani nelle quali la cuticola è in formazione ed è assai sottile, la disidratazione della membrana delle cellule epidermiche è invece rapidissima, e si inizia precisamente ai margini e all'apice di accrescimento della foglia, dove la cuticola è anche meno spessa, come l'esame istologico dimostra. Che a ciò sia dovuta questa maggior facilità di disidratarsi della epidermide delle foglie giovani, ho potuto dimostrare ripetendo le esperienze con foglie di gelso ugualmente giovani, preventivamente spalmate di un sottile strato di vaselina pura. In tal modo le foglie, a tutte altre circostanze uguali, resistettero fin a quattro ore di più, prima di presentare tracce di imbrunitamento all'apice; si dimostrarono in qualche caso molto più resistenti delle foglie adulte.

Non è perciò affatto esatto quanto alcuni affermano, e come generalmente si ritiene, che cioè simili lesioni che si formano sulle foglie di gelso, siano dovute alla causticità della soluzione acida che si forma in presenza di acqua liquida, la quale scorrendo o localizzandosi ai margini e all'apice vi determina dalle bruciature.

Il fenomeno avviene, è vero, con intensità alquanto maggiore, nell'aria umida, probabilmente perchè il fluoruro di silicio, quando l'aria è umida si trasforma, come è noto, dando silice gelatinosa ed acido idrofluosilicico, il quale è assai dannoso e di azione più pronta, ma si produce perfettamente anche quando la superficie delle foglie sia completamente asciutta.

Spruzzando leggermente le foglie di un ramo di gelso con una soluzione acquosa di acido fluoridrico al 0,5%, ed esponendo le foglie in esperimento al sole o all'aria in modo da provocare una rapida evaporazione, si formano solo allora delle vere bruciature dovute all'azione caustica della soluzione acida, la quale nelle singole goccioline, aumentando man mano il titolo di concentrazione colla evaporazione, finisce col bruciare l'epidermide della foglia. Ma in tal caso le bruciature sono circoscritte all'area bagnata, sono almeno in principio di un colore rossastro o rosso vivo, analoghe a quelle già descritte altrove e cagionate dalla azione caustica dell'acido solforoso, e ben diverse anche nei caratteri anatomici ed istologici da quelle prodotte invece dalla sottrazione d'acqua di imbibizione.

Infatti, nelle prime la porzione ustionata diventa fragilissima e manifesta una vera e propria distruzione di tessuti, che non si ha invece quando i vapori agiscono allo stato gasoso, come nelle esperienze accennate.

L'esame microscopico delle lesioni sperimentali ottenute nel modo suindicato ha dimostrato che esse sono ben diverse da quelle prodotte sia naturalmente, sia artificialmente, da vapori solforosi, e soprattutto da SO_2 . Infatti in queste ultime si nota, quando l'alterazione è recente, una contrazione e depressione di tessuti che denota la scomparsa del turgore in tutto il mesofillo, il che non avviene nel caso delle lesioni sperimentali da HF.

In esse è solo la parete esterna delle cellule della epidermide che, privata con violenza dell'acqua di imbibizione, perde la permeabilità, ma il tessuto a palizzata resta turgido per molto tempo. Infatti nessun fenomeno plasmolisico si nota negli elementi del palizzata in corrispondenza delle lesioni recenti, il che avverrebbe senza fallo se la sottrazione d'acqua si estendesse e propagasse al mesofillo, come avviene invece nelle lesioni da SO_2 , nelle quali il carattere più saliente delle ustioni fresche, osservate e preparate colla nota tecnica, è appunto quello di presentare nelle cellule del mesofillo il progressivo distacco dell'ectoplasma, e la conseguente rapida perdita delle proprietà vitali di tutto il protoplasto.

Non ho osservata mai vera plasmolisi in nessuna delle lesioni sperimentali ottenute con HF, non solo quando esse sono appena iniziali, ma anche se spinte fino al punto in cui l'intera foglia di gelso era circondata da un largo bordo marginale di color bruno nerastro, che si spingeva attraverso gli spazi interneurali. Questo carattere basta a far distinguere subite le lesioni da SO_2 da quelle prodotte invece da HF, come ho potuto convincermi anche con prove sperimentali comparative, trattando contemporaneamente foglie di gelso giovani con SO_2 col metodo già altrove descritto.

Le lesioni da HF, come risulta da quanto ho accennato, non meritano perciò il nome di ustioni o corrosioni come alcuni autori, quali Ost, Schmitz-Dumont, Haselhoff le chiamano, giacchè non vi è affatto corrosione di tessuti.

Altri caratteri differenziali presenta l'esame istologico del mesofillo. La membrana delle cellule del palizzata imbrunisce leggermente pur rimanendo le cellule turgide, turgore che si può mantenere artificialmente a lungo su grossi frammenti di foglia di gelso, e che dimostra come l'ectoplasma non abbia perduta la sua vitalità. Ciò è anche provato dal fatto facile a constatare, che quest'ultimo per lungo tempo non assorbe e non lascia passare una soluzione acquosa di eosina; quando in seguito il protoplasto ha perduto le proprietà vitali, e che lascia passare la sostanza colorante, esso non presenta un apprezzabile distacco dalla membrana.

In seguito i cloroplastidi si scolorano ingiallendo e facendosi poi di una tinta dorata, ma non presentano mai il fenomeno del rapido gonfiamento seguito dalla dissoluzione completa, come nel caso dell' SO_2 .

Questo carattere, facile ad osservarsi ed assai evidente, ci permette, oltre che di distinguere le lesioni dovute ad HF da quelle dovute a SO_2 , anche quelle prodotte da HCl. Infatti in quest'ultimo caso, almeno nelle lesioni

iniziali, i cloroplastidi si scolorano interamente, disorganizzandosi anch'essi in seguito, sebbene lentamente.

Inoltre i cloroplastidi del palizzata, in corrispondenza delle lesioni artificiali da HF, anche dodici ore dopo cessata l'esperienza, in preparati a fresco, si colorano subito e facilmente in rosso intenso col reattivo di Millon, colorazione, che come è noto, e come è facile constatare operando su preparati a fresco di foglie sane, non si ottiene, nel caso normale, che difficilmente, questa colorazione invece non assumono affatto i cloroplastidi nel caso delle lesioni da SO_2 e da HCl .

Di più, i granuli d'amido fuorusciti dai cloroplastidi, ed abbondanti nelle cellule del palizzata delle giovani foglie del gelso, non subiscono notevoli alterazioni nè si rigonfiano affatto, mentre nel caso di lesioni da SO_2 , si rigonfiano grandemente, fino a scomparire.

Questi caratteri ed altre particolarità che accennerò nel lavoro completo, sono, a mio giudizio, bastevoli *quando la lesione sia recente*, a distinguere sufficientemente se le foglie di gelso (giacchè le esperienze per ora sono limitate a questa pianta) siano alterate per causa di gas nocivi. Fra i tre nocivi più frequenti, cioè vapori di HF, di SO_2 o di HCl , credo, collegando le presenti ricerche con quelle altrove ⁽¹⁾ pubblicate, di poter affermare la possibilità di riuscire a distinguere quale prodotto da ciascuno di essi.

Le esperienze accennate nella presente Nota, ebbero poi la conferma nello studio di lesioni recenti, non sperimentali ma prodotti su gelsi in vicinanza di fabbriche di perfosfati in varie località dell'Italia settentrionale.

Ho detto che, naturalmente, è indispensabile che le lesioni siano molto recenti perchè siano visibili e controllabili, i caratteri microscopici suesposti. Infatti nelle foglie del gelso, soprattutto in quelle giovanissime, le porzioni imbrunite e lesionate, subito muoiono, presto si alterano e facilmente vengono assalite con rapidità da muffe ubiquitarie se l'ambiente è umido, finiscono col dissecarsi, diventando fragilissime, se è invece asciutto.

(1) *Staz. Sperim. Agrar. ital.*, XXXVI, pagg. 279-384.

Patologia vegetale. — Nuove ricerche sopra i batteri della Mosca olearia. Nota di L. PETRI, presentata dal Corrispondente G. CUBONI.

Ho già fatto conoscere in altre due Note preliminari ⁽¹⁾ come l'intero periodo larvale della mosca olearia si svolga con la coesistenza, nei ciechi cardiaci, di un batterio riferibile ⁽²⁾ all'*Ascobacterium luteum* Babes. Questo microorganismo nei suoi rapporti con la vita della larva non presenta i caratteri di una specie banale, non si trova infatti mai nel pericarpio delle ulive attaccate dall'insetto e la sua presenza quindi nell'intestino non può esser attribuita all'ingestione di un nutrimento inquinato. Inoltre la particolare e costante localizzazione nel tubo digerente unitamente alla sua energica azione lipolitica, lasciano supporre che esso almeno parzialmente sostituisca nella funzione digestiva le secrezioni dei ciechi gastrici nell'alimentazione della larva.

È probabile quindi che veri rapporti simbiotici esistano fra insetto e batteri, e per determinare se effettivamente si verifichi un mutualismo fra i due organismi le mie ricerche sono state rivolte alla realizzazione di quelle condizioni sperimentali per le quali, escluso l'intervento di germi esterni, lo sviluppo della mosca si svolgesse in modo da poter fornire i dati che contribuissero alla risoluzione di alcuni quesiti i quali necessariamente per primi si presentano; e cioè se i batteri sieno completamente espulsi dalla larva prima della ninfosi o se, passati all'adulto, sieno poi da questo nuovamente trasmessi alla larva.

Le ricerche eseguite in questi ultimi mesi e che per ora riassumo brevemente, aggiungendo qualche figura per meglio chiarire la concisa descrizione, si riferiscono alla coltura della mosca in ambiente sterile ed ai rapporti del batterio coi diversi stadi di sviluppo dell'insetto. Esse confermano innanzi tutto la costanza della presenza dell'ascobatterio nell'intero periodo larvale e questo fatto acquista già una certa importanza quando larve costituite, specialmente nel tubo digerente, come quelle della mosca olearia (per es. quella della mosca delle ciliege) presentano i quattro ciechi sempre completamente vuoti di microrganismi, anche quando questi ultimi sieno contenuti abbondantemente nei frutti attaccati dalle larve (specialmente *saccaromiceti*).

⁽¹⁾ Questi Rendiconti, vol. XIII e XIV, 1904-05.

⁽²⁾ Questo riferimento non deve esser ritenuto ancora per definitivo; le ricerche in proposito continuano anche riguardo alla sua identificazione con un ascobatterio a colonie gialle comune nei tubercoli della rognà dell'ulivo.

Per effettuare la coltura della mosca in ambiente perfettamente sterile, le ninfe di 6 a 8 giorni sono state sterilizzate esternamente mediante il passaggio successivo: 1° in una soluzione acquosa di sublimato al 2% (per 3 minuti), 2° in alcool a 90° (1/2 minuto), 3° in tubi sterili completamente asciutti per esser poi rapidamente fatte cadere nei recipienti di coltura. Questi ultimi sono disposti in modo da poter provvedere al nutrimento delle mosche,

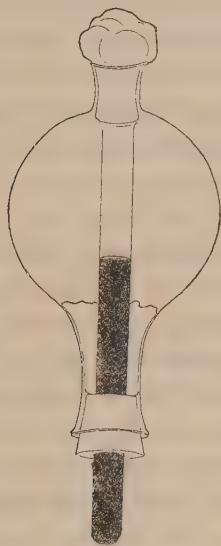


FIG. 1.

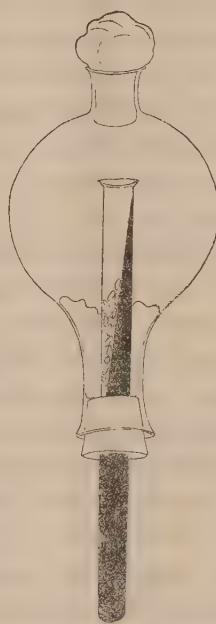


FIG. 2.

e nello stesso tempo fornire un controllo costante della sterilità del recipiente dove le mosche sono allevate. Le figure qui unite ne mostrano schematicamente la costruzione. Un pallone di vetro della capacità di un litro a due aperture è munito a una di queste di un tappo di sughero portante in un foro centrale un lungo e grosso tubo da saggio, di 25 mm. circa di diametro, riempito per metà del seguente substrato nutritivo: agar gr. 1,5; peptone (Merck) gr. 1; glucosio anidro gr. 1; saccarosio gr. 6, acqua distillata gr. 100. L'altra apertura del pallone è chiusa da cotone contro il quale è spinto il tubo da saggio che viene in tal modo otturato per impedire, durante la sterilizzazione, un parziale essiccamento dell'agar e una conseguente condensazione di vapor acqueo sulle pareti del pallone, inconveniente che spesso si verifica malgrado le più accurate precauzioni e che rende il pallone inadatto alla vita delle mosche. Del cotone è pure posto fra il collo del pallone e il tubo da saggio. Prima da versare l'agar nel tubo, tutto

l'apparecchio meno il tappo di sughero è sterilizzato a 150° C. per mezz'ora. La sterilizzazione definitiva, tenendo l'apparecchio come mostra la fig. 1, è eseguita in una stufa ad aria secca a 100° C. per un quarto d'ora per tre giorni consecutivi.

La stufa a vapore circolante non può esser adoperata per l'inconveniente già lamentato della condensazione del vapor acqueo sulla superficie interna delle pareti del pallone. Il raffreddamento dell'apparecchio dopo l'ultima sterilizzazione è compiuto mentre l'apparecchio stesso trovasi in una posizione tale da determinare il consolidamento dell'agar secondo una superficie inclinata. Le ninfe dopo la sterilizzazione esterna vengono rapidamente fatte cadere dal tubo dell'ultimo passaggio in quello contenente l'agar dell'apparecchio di coltura. Quest'ultima operazione è così rapida, che il contatto dell'aria esterna non è più lungo di quello che si verifica in un trapianto ordinario di coltura.

Il tubo da saggio dell'apparecchio è ora allontanato, tirandolo dall'estremità esterna, dal cotone che chiude l'apertura per cui sono passate le ninfe (fig. 2). L'agar nutritiva adoperata è un substrato favorevole allo sviluppo delle mosche e a quello dei batteri più comuni dell'aria, in special modo poi vi si sviluppano abbondantemente i bacilli della larva. Apparecchi più semplici e più sensibili per ciò che riguarda il controllo della sterilità del recipiente di coltura sono stati adoperati facendo uso di matracci Erlenmeyér con uno strato di agar al fondo, oppure dei grossi tubi da saggio contenenti alcuni centimetri cubici della medesima agar. Gli insuccessi più comunemente sono dovuti allo sviluppo di *Penicillium glaucum*. Dopo un mese circa da che le mosche erano nate, venivano gettate rapidamente nei recipienti di coltura da un tubo sterilizzato, due o tre olive sterilizzate pur esse all'esterno con sublimato.

La deposizione delle uova nelle condizioni descritte avviene dal 35° al 45° giorno dalla nascita. (Temperatura media 25° C.).

Gli esperimenti furono ripetuti per due generazioni di mosche servendosi di 20 ninfe di 5-8 giorni per ciascun apparecchio di coltura. I risultati ottenuti in quelle colture, nelle quali la sterilizzazione dell'apparecchio e quella esterna delle ninfe si è dimostrata perfettamente effettuata e gli inquinamenti dall'esterno non si sono verificati, si possono riassumere come segue:

1° Le larve nate da uova depositate in olive sterili da mosche nate e vissute in ambiente sterile, presentano i soliti batteri nelle tasche gastriche anche prima di uscire dall'involucro dell'uovo.

2° La maggior parte delle colture in ambiente sterile condotte nel modo descritto, presentano dopo 10 giorni circa dalla nascita dell'adulto un abbondante sviluppo dei batteri della larva sopra la superficie dell'agar.

3° Con l'originarsi delle colonie batteriche, coincide la morte della maggior parte delle femmine e più raramente dei maschi.

Se la trasmissione dei batteri dall'adulto all'uovo avvenga quando questo è ancora contenuto nei tubi ovarici, oppure durante la deposizione, lo ignoro completamente. Il fatto di trovare i batteri nell'intestino della larva quando questa è ancora racchiusa nell'involucro dell'uovo avvalorà forse la prima supposizione, ma sussiste sempre il dubbio se in questo stadio della larva perfettamente costituita l'involucro dell'uovo non presenti qualche soluzione di continuità in corrispondenza dell'armatura boccale. Gli esperimenti eseguiti per ottenere in mezzi artificiali sterili lo sviluppo della larva da uova tolte asetticamente dagli ovari della mosca al momento della deposizione, hanno dato per ora risultati negativi. Le piastre d'agar sementate col prodotto dello spappolamento delle uova rimangono sempre sterili; quest'ultimo risultato ha però un valore molto relativo come mostrerò in seguito. Un fatto degno di nota è il trovare, dopo la deposizione, un certo numero di batteri nella cavità che nel pericarpio dell'oliva accoglie l'uovo. Se questi batteri siano della stessa specie di quelli che si trovano nell'intestino della larva non ho potuto determinarlo, giacchè trasportati sui mezzi ordinari di coltura non si sono mai moltiplicati.

Lo sviluppo del bacillo della larva che si verifica nella maggior parte delle colture della mosca in ambiente sterile dopo alcuni giorni dalla nascita degli adulti, dimostra innanzi tutto che il bacillo stesso trovasi effettivamente nell'insetto perfetto. Esso non poteva provenire che dalle mosche, giacchè le ninfe deposte da più di un mese sopra l'agar non avevano mai dato origine a nessuna colonia.

Inoltre alcuni tubi aperti e contenenti agar nutritiva esposti periodicamente come controllo nel termostato dove erano le colture, non mostrarono mai sviluppo di colonie del batterio in questione. La formazione di queste colonie coincide d'altra parte con la morte delle femmine e in rari casi di qualche maschio. L'intestino delle mosche appena morte si presenta completamente vuoto, scomparendo pure i grossi accumuli di batteri che nello stato normale dell'insetto vi sono contenuti. Questi batteri trasmessi dalla larva all'adulto, come dimostrano le colture della mosca in ambiente sterile, espulsi per un fenomeno patologico dall'intestino, riprendono nel substrato favorevole al loro sviluppo la vita soprafittaria dimostrando con le caratteristiche morfologiche delle loro colonie l'identità con i batteri dell'intestino larvale.

Probabilmente la natura speciale del nutrimento fornito alle mosche ha provocato nel loro tubo digerente la moltiplicazione anormale del microorganismo e la conseguente espulsione seguita dalla morte dell'insetto. L'ingestione dei batteri insieme all'alimento sembra non avvenire, o avvenendo, non è questa una causa di morte per quelle mosche che sono sopravvissute, giacchè alcuni maschi per lungo tempo hanno potuto vivere negli apparecchi di coltura inquinati dal batterio. Lo sviluppo anormale di quest'ultimo sembra avvenire più spesso nelle femmine e forse esclusivamente; ricerche ulteriori

sono necessarie per determinare bene questo punto; la temperatura elevata (28°-30° C.) favorisce il verificarsi del fenomeno che coincide allora anche col 4° giorno della nascita degli adulti. La sola natura del nutrimento non sembra sufficiente a provocarlo; concorrono senza dubbio altre condizioni riguardanti specialmente lo stato fisiologico in cui trovasi il batterio nell'intestino della mosca. Devo far notare che i risultati delle colture dell'insetto in ambiente sterile sono in aperta contraddizione con quanto avrebbe potuto supporre riferendosi ai dati dell'analisi batteriologica fatta coi metodi ordinari (per aerobi ed anaerobi) della ninfa, del tubo intestinale e degli ovari dell'adulto. Infatti sono sempre rimaste sterili le piastre preparate con agar nutritiva e sementate con diluizioni derivate dallo spappolamento della ninfa sterilizzata previamente all'esterno, degli ovari e dell'intestino medio tolti asetticamente dalla mosca. Anche le piastre sementate col contenuto delle tasche gastriche della larva spesso rimangono sterili, e ciò si verifica specialmente quando si tratti di larve giovani; e anche nei casi di abbondante sviluppo di colonie il materiale batterico di sementa è sempre di una quantità grandissima in confronto al numero delle colonie formatesi, ciò che dimostra che molti dei batteri non si moltiplicano. Il numero di queste forme non coltivabili varia a seconda dell'età e delle condizioni biologiche della larva; nei primi stadi infatti gli elementi coltivabili mancano quasi del tutto, aumentano e costituiscono la maggioranza dei batteri contenuti nei ciechi gastrici negli ultimi periodi larvali precedenti la ninfa, e quando la larva per cause esterne venga a morte. In questi casi il batterio si moltiplica attivamente dando origine anche ad elementi capsulati come nelle colture. Questo diverso comportamento del microorganismo di fronte ai terreni colturali ordinari è in relazione a una modificazione morfologica. Le forme allungate, che non sono forme d'involuzione, non si moltiplicano coi metodi ordinari, e queste costituiscono la maggior parte del contenuto batterico intestinale; quelle brevi cocciformi, corrispondenti alla forma saprofytica quale si riscontra nelle colture, si moltiplicano attivamente coi metodi ordinari e vanno aumentando di numero con l'età della larva e in dati periodi della vita dell'adulto. Sperimentalmente ho potuto dimostrare che tanto le forme allungate che quelle brevi sono realmente modificazioni della stessa specie.

Delle larve giovani, dopo essere state sterilizzate all'esterno mediante una soluzione acquosa di sublimato al 2% e lavate poi in acqua distillata bollita sono state immerse in agar nutritiva liquida (a 39° C.) contenuta in tubi da coltura. Questi ultimi erano agitati in modo da fare andare al fondo le larve e quindi rapidamente posti nell'acqua fredda; le larve così rimanevano imprigionate negli strati profondi dell'agar che si consolidava e morivano ben presto per asfissia. Dopo 15 o 20 giorni (temp. 27° C.) si formava un'aureola intorno al corpo delle larve prodotta dallo sviluppo del bacillo capsulato.

Al decimo giorno, togliendo le larve dal tubo ed esaminando al microscopio i ciechi gastrici, questi si mostrano ripieni dei soliti batteri allungati ora in filamenti che si segmentano in articoli brevi cocciformi. Gli insuccessi che si verificano in colture cosifatte sono dovuti al fatto che le larve riescono talvolta ad aprirsi una via attraverso l'agar, risalendo nella parte superiore del tubo ed andando a formare la pupa fra il cotone di chiusura.

Per ovviare a questo inconveniente ho trovato utile adoperare agar al 2 % anzichè all'1,5 %. Altre volte prende grande sviluppo un bacillo saprofita che ordinariamente entra a far parte dei processi di marcescenza delle olive bacate, esso sfugge all'azione del sublimato perchè probabilmente rimane chiuso nelle cavità stimmatiche della larva durante la sterilizzazione. Questo batterio forma delle colonie bianche perlasee. Quando la ninfa si forma alla superficie dell'agar, si sviluppa anche allora l'ascobatterio in corrispondenza dell'apertura anale da cui insieme all'intima intestinale viene espulso all'esterno prima della ninfosi.

A questo momento esso ha riacquistato le piccole dimensioni della forma comune saprofittaria.

L'esistenza di uno stato d'*incoltivabilità* del batterio coi mezzi ordinari, spiega i risultati in apparenza contraddittori delle colture delle mosche in ambiente sterile e quelli dell'analisi batteriologiche dei diversi periodi di sviluppo e degli organi dell'adulto. Infatti, basandosi sui dati di queste ultime, nè la ninfa, nè l'insetto perfetto presenterebbero il bacillo capsulato, asserzione che le colture delle mosche in ambiente sterile hanno dimostrata falsa. E d'altra parte l'esame microscopico viene a confermare i dati delle esperienze ed a colmare le lacune lasciate dal semplice metodo colturale di indagine batteriologica.

Mi era nota sino dal principio di queste ricerche la presenza di batteri nell'intestino dell'adulto; ma perchè le colture di questi microorganismi non erano mai riuscite e perchè nell'insetto appena nato erano sfuggiti alla mia osservazione, ritenni allora che si trattasse di germi ingeriti con gli elementi senza alcun rapporto con quelli larvali.

Riassumo ora brevemente i risultati sin qui ottenuti mediante l'esame microscopico. Nella larva, dalla schiusa dell'uovo all'incrisalidamento, i batteri sono contenuti, come ho già detto, nei quattro grossi ciechi cardiaci, la loro localizzazione rispetto alla intima dell'imbuto sarà descritta in seguito, essi mancano nell'esofago, nelle ghiandule salivari e solo di rado ne ho osservati nell'intestino medio evidentemente da considerarsi come il prodotto di una esuberante moltiplicazione dei batteri stessi nei quattro ciechi. Nella larva matura vicina allo stadio di proninfa, ma ancora mobile, le tasche gastriche si presentano completamente vuote di batteri, l'intestino medio invece ne presenta dei forti accumuli in via di espulsione. La larva già rac-

colta su sè stessa ma nella quale l'acqua bollente produce la completa distensione, presenta uno scarso numero di batteri in generale subito sotto l'imbuto. Nello stadio susseguente quando cioè l'acqua bollente non provoca più l'allungamento del corpo, i pochi batteri rimasti si trovano nell'imbuto e nell'esofago.

Nella ninfa del 6° giorno fino a quella del 17° giorno non ho per ora trovato traccia di batteri; la ricerca delle spore eseguita col metodo di Möller ha dato risultati negativi. Non escludo però che durante i processi d'istolisi il batterio sporifichi; è da notare che esso entra nel numero di quelle specie che negli ordinari terreni colturali non formano mai spore.

Quando l'adulto è quasi completamente formato e vicino alla nascita, allora in piccolissimo numero i batteri si presentano in un diverticolo esofageo impari, dorsale, provvisto nella regione distale di un epitelio ghiandolare in attiva secrezione. I batteri si trovano nel lume molto ridotto di questa regione ghiandolare e molto probabilmente ivi si moltiplicano a spese del secreto epiteliale.

Nel rimanente del tubo intestinale non se ne ha traccia. L'adulto appena nato non differisce, per quanto riguarda la localizzazione dei batteri, da ciò che ho già detto; dopo 20 ore dalla nascita effettuata in ambiente sterile, e mantenuto l'insetto in completo digiuno, i batteri si sono notevolmente moltiplicati nel diverticolo esofageo nel quale diminuisce la secrezione aumentando il lume quasi completamente riempito dai batteri. Nel resto dell'intestino non se ne ha traccia. Dopo 30 ore dalla nascita, l'adulto nato e mantenuto in ambiente sterile e in completo digiuno, mostra i primi batteri nell'intestino medio e nell'esofago. Le sezioni dimostrano come avvenga un passaggio dei batteri del diverticolo esofageo nell'esofago e nell'intestino medio, probabilmente come prodotto di rifiuto in seguito a eccessivo sviluppo del microorganismo; questa migrazione certamente passiva dalla regione esofagea all'intestino medio avviene per tutta la vita dell'adulto, e una grande quantità di batteri si trovano riuniti così in ammassi ovoidali o poligonali prendendo l'aspetto di un bolo alimentare. Io non posso affermare con sicurezza se questi agglomerati batterici sieno espulsi all'esterno; essi si trovano sempre nell'intestino medio per tutta la vita dell'adulto. Non ho mai notata una batteriolisi; anzi nella regione intestinale confinante coi tubi ovarici i batteri si presentano in attiva moltiplicazione, non ne ho mai notati negli ovarî.

Nelle mosche morte in seguito a una moltiplicazione anormale dell'ascobatterio nell'interno del loro tubo digerente (pag. 241) questi agglomerati batterici mancano completamente. La diversità sessuale sembra non apportare alcuna differente disposizione dei batteri nell'intestino dell'adulto; forse una differenza esiste nello stato fisiologico in cui trovansi questi ultimi nel maschio e nella femmina.

Il cieco impari, dorsale dell'esofago, misura dai 240 ai 250 μ nel suo maggiore diametro, è posto innanzi al ganglio sopraesofageo e presenta una parte superiore sferoidale biloba con un epitelio ghiandolare inegualmente sviluppato, e un'altra inferiore conica allungata in dotto escretore sboccante nell'esofago quasi al principio della faringe.

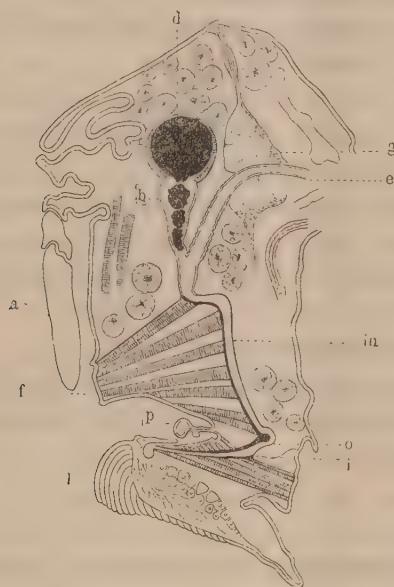


FIG. 3. — Schema di una sezione sagittale mediana della testa dell'adulto; *a*, antenna; *b*, agglomerati di batteri nel dotto escretore di *d*, diverticolo impari dorsale dell'esofago pieno di batteri; *e*, esofago; *f*, *fulcrum*; *g*, ganglio sopraesofageo; *i*, ipofaringe; *in*, intestino boccale; *l*, labello (in parte); *o* labbro superiore; *p*, palpo (in parte).

La contrattilità di questa grossa vescicola permette un'eiaculazione dei batteri che la riempiono o all'esterno, o nell'intestino medio, e questo fatto ben dimostrato dalle sezioni microtomiche spiega la comparsa delle colonie del batterio larvale dopo la nascita degli adulti nelle colture della mosca in ambiente sterile. L'emissione del batterio per l'apertura boccale, è forse in rapporto con la trasmissione del microrganismo stesso dall'adulto alla larva avvenendo sempre, durante la deposizione dell'uovo, un contatto replicato della proboscide con l'ovopositore. Tutti questi fatti i quali ora ho accennato e che senza dubbio sono di notevole interesse per la conoscenza della biologia della mosca olearia, saranno largamente descritti quando con altre ricerche saranno tolte molte lacune che lo scarso materiale della stagione passata non mi ha permesso ancora di colmare.

I fatti principali messi in evidenza dalle presenti ricerche si possono riassumere nelle conclusioni seguenti:

1° I batteri non vengono espulsi completamente dall'intestino della larva prima della ninfosi.

2° I batteri tornano a svilupparsi e a rendersi visibili in un diverticolo esofageo degli ultimi stadi ninfali.

3° Nell'adulto appena nato i batteri si sviluppano attivamente nella ghiandola esofagea e da questa migrano anche nell'intestino medio anche in insetti mantenuti in completo digiuno.

4° I batteri nella ninfa, nell'adulto e in minor grado nella larva, si trovano in uno stato speciale tale da non permettere ordinariamente la loro coltura diretta sui mezzi artificiali.

5° Il passaggio da questo stato speciale, probabilmente dovuto alla esistenza simbiotica, a quello puramente saprofittario sembra avvenire nell'intestino stesso, quando in condizioni non ancora ben determinate il nutrimento delle mosche sia favorevole allo sviluppo del batterio. Nelle larve morte questo passaggio avviene costantemente.

6° Le larve che si sviluppano da uova deposte in ulive sterilizzate esternamente da mosche nate e vissute in ambiente sterile, posseggono i batteri nel loro tubo digerente.

Batteriologia casearia. — *Ricerche batteriologiche sul formaggio Gorgonzola.* Nota del prof. COSTANTINO GORINI, presentata dal Socio G. BRIOSI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

PERSONALE ACCADEMICO

Commemorazione del Socio senatore G. SCARABELLI GOMMI FLAMINI, letta dal Socio F. BASSANI nella seduta del 4 febbraio 1906.

Invitato dal signor Presidente a commemorare il compianto socio nazionale senatore Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini, morto il 28 Ottobre 1905, adempio con trepidanza al mesto ufficio, poichè sento purtroppo ch'io non riuscirò a rendergli un omaggio corrispondente ai suoi meriti. Il buon volere mi valga e mi sorregga l'indulgenza dell'Accademia, che anche in questi ultimi mesi, chiamandomi fra i suoi membri effettivi, mi ha dato una grande prova di benevolenza, per la quale rinnovo oggi l'espressione della mia gratitudine.

Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini nacque ad Imola il 16 Settembre del 1820 da Giovanni, medico, e da Elena Gommi ⁽¹⁾. La sua vita è un bell'esempio di operosità intellettuale, uno di quegli esempi che, per il decoro e il vantaggio della società, dovrebbero essere largamente imitati. Appartenente a una famiglia cospicua per natali e per censo, preferì agli ozî dell'esistenza lo studio e il lavoro, e dedicò tutto sè stesso al bene della scienza e della patria. Istruito fino ai vent'anni in famiglia, dove attinse sodi principî di morale pratica, che trovarono in lui un terreno particolarmente adatto, egli mostrò dalla prima giovinezza una spicata tendenza per la geologia, al cui svolgimento contribuirono in modo notevole le bellezze naturali dei dintorni della sua città nativa e soprattutto, com'egli stesso racconta, quell'amena collinetta del Castellaccio, posta a breve distanza da Imola, che lo attraeva con le sue conchiglie sparse tra le sabbie e che più tardi doveva essere illustrata così sapientemente da lui. Verso il 1841, desideroso di coltivarsi nelle scienze naturali, si recò a Bologna, indi a Firenze e poco dopo a Pisa, dove col Savi, col Piria e col Matteucci, insegnava allora mineralogia e geologia Leopoldo Pilla. Certo i precetti di questo naturalista, il cui nome glorioso è stato recentemente ricordato in quest'aula dall'efficace parola del socio prof. Taramelli, che ne ha messo in rilievo il fervido ingegno e l'opera feconda di scienziato e d'insegnante, esercitarono un'influenza benefica sullo Scarabelli, educandone la mente alle ricerche geologiche e sviluppandone lo spirito di osservazione. E al maestro, senza dubbio, volle porgere un tributo di riconoscenza il nostro compianto collega quando, il 12 Giugno del 1844, gli esponeva in una lettera, inserita nei Nuovi Annali delle Scienze naturali di Bologna, il risultato delle sue prime indagini scientifiche. È un tenue lavoretto giovanile, costituito di due sole pagine, che dà alcuni cenni geologici sui dintorni del lago di Lugano, ma già si scorge, tra le incertezze del principiante, oltre il suo fervore per la geologia, l'attitudine a osservare e descrivere i fenomeni naturali. Di essa fornì poco dopo un altro saggio con la relazione di una gita al Vesuvio, fatta il 24 Gennaio del 1845, al ritorno da un viaggio scientifico in Sicilia, e diede in progresso di tempo le prove migliori, pubblicando numerose opere di geologia pura e applicata, di geodinamica, di geografia fisica e di paletnologia.

(1) Il 21 Aprile 1722 Giacomo Gommi sposò Alessandra Codronchi e ne ebbe due figli: Giovanni (capostipite del ramo che per Nicola ed Ermogene sopravvive nel conte Riccardo Gommi) e Nicola. Dal matrimonio di quest'ultimo, avvenuto il 24 Ottobre 1746, con Geltrude Merighi (che, figlia unica di Francesco Merighi di Mordano e di Elena Flamini, ultima della gente Flaminia, aveva unito, per testamento materno, alle sostanze e al nome dei Merighi le sostanze e il nome dei Flamini) nacque il 14 Aprile 1751 Francesco Gommi Flamini, che fu padre a Giacomo e ad Elena, madre del nostro socio, al quale lo zio Giacomo, morto senza figli, lasciò nel 1860 beni e nomi. In Giuseppe Scarabelli, dunque, si sono spenti un ramo dei Gommi e la progenie dei Flamini.

Campo principale delle sue ricerche fu la Romagna e soprattutto il circondario della sua città nativa, alla quale portò grande affezione e rivolse per più di mezzo secolo cure intelligenti ed assidue.

Il lavoro sui depositi miocenici del versante Nord-Est dell'Appennino fra Bologna e Senigallia, ch'egli comunicò nel '51 alla Società geologica di Francia, pur tenuto conto degli appunti che gli mosse il Rivière, contiene osservazioni interessanti sui loro rapporti reciproci e ingegnose riflessioni intorno alla formazione dei varî minerali nei gessi e al metamorfismo di questi.

Anche i suoi studî geologici, con la carta relativa, sulla Repubblica di S. Marino, fino allora pochissimo nota, ch'egli aveva percorsa rapidamente nel '44 e che visitò un'altra volta quattr'anni dopo allo scopo di farne un esame particolareggiato, sparsero luce sulla vera posizione dei gessi e delle argille da cui questi sono accompagnati e rafforzarono l'opinione di lui sulla esistenza di un antico lago nella valle del Senio, di cui, rilevando e confermando una tradizione popolare, aveva precedentemente trattato con buona copia di fatti, esponendone le cause di origine, l'estensione e le vicende. I caratteri litologici dei varî sedimenti che compongono il Monte Titano e delle sostanze minerali che vi stanno racchiuse vi sono esposti con accuratezza e perizia, al pari delle aggiunte introdotte alla bella e minuta descrizione delle argille scagliose data dal Bianconi. Così possono dirsi esatte le determinazioni dei fossili (sebbene, in generale, quegli avanzi si presentino, com'è noto, in uno stato di conservazione assai difettoso, che lascia spesso dei dubbi) e la sua opinione, lievemente modificata più tardi, sull'età, tuttora controversa, dell'arenaria calcarea, ch'egli riferisce al Miocene medio.

Un'altra Memoria, messa fuori due anni più tardi, comprende la descrizione della carta geologica della provincia di Bologna, alla quale, spinto dal consiglio di qualche collega, si accinse con esitazione per le difficoltà che presentava lo studio di una regione già investigata da molti. Naturalmente, la monografia ha parecchie lacune e può dar luogo a varie obiezioni; tuttavia segna un progresso nelle conoscenze di allora, perchè fornisce nuove prove a conferma di alcune risultanze cronologiche ottenute da precedenti osservatori e specialmente dal Murchison, che in un rapido esame aveva profondamente compreso la natura e l'andamento generale dei depositi miocenici di quella regione; e ne modifica altre, discutendo, per esempio, intorno ai limiti fra l'Eocene e il Miocene, inclinando ad ascrivere a quest'ultimo sistema una larga zona di terreno riferito dianzi all'Eocene, dissentendo parzialmente dal predetto geologo inglese sull'età pliocenica delle marne biancastre, delle argille e delle sabbie ferruginose, dando notizie sui giacimenti fossiliferi e su quelli contenenti avanzi dell'nomo e della sua industria, parlando sui minerali utili e riassumendo le conclusioni di ogni ordine a mano a mano ottenute, le quali talvolta sono forse sproporzionate ai fatti osservati, ma dimostrano in ogni modo la diligenza e l'impegno delle ricerche eseguite.

Così la descrizione della carta geologica della provincia di Ravenna, che gli parve opportuno di pubblicare quasi a complemento della precedente, sebbene molto sommaria, comprende interessanti considerazioni sulle ragioni dell'andamento dei corsi d'acqua che solcano quella contrada e accurate osservazioni sui terreni che la costituiscono, in rapporto con quelli del Bolognese, sulle abbondanti ossa di mammiferi scoperte nei sedimenti quaternari, sui resti umani trovati nei depositi moderni, molto estesi, sulle cause dei fenomeni offerti dai vulcanetti di fango, sulla natura delle acque minerali e sui materiali di cui può giovarsi l'industria.

Altre carte geologiche da lui rilevate riguardano le provincie di Ancona e di Forlì e il Monte Castellaccio presso Imola.

Per le sapienti ricerche di Vito Procaccini Ricci, benemerito cultore di studi geologici, nei primi anni del secolo scorso erano state raccolte nel territorio senigalliese molte ricchezze paleontologiche, delle quali lo stesso Procaccini aveva dato fin dal 1828 qualche notizia preliminare e s'era poi fatto nuovamente parola nel primo Congresso degli Scienziati italiani tenuto a Pisa nel 1849. Lo Scarabelli acquistò la ricca collezione dagli eredi dello scopritore, e Abramo Massalongo ne illustrò gli avanzi vegetali in quella splendida « Flora fossile del Senigalliese », comparsa nel '59 e corredata di 45 bellissime tavole, che può considerarsi come una delle migliori monografie del celebre naturalista veronese. Il nostro socio svolse la parte geologica dell'opera, alla quale unì la menzionata carta geologica del Senigalliese e dell'Anconitano, descrivendo la natura e l'estensione del deposito e i suoi rapporti stratigrafici con i terreni che gli sono associati, paragonandolo con altri che per il complesso dei caratteri erano da ritenersi contemporanei ad essi e dando l'elenco, accompagnato da brevi cenni, dei fossili animali, che, in verità, meriterebbero uno studio completo. Alcuni di questi, già prima citati da altri e conservati male, sono, secondo ogni verisimiglianza, determinati inesattamente; così com'è inesatta la supposta corrispondenza di una parte delle filliti con quelle di Novale, nel Vicentino, certamente più antiche. Invece vi è giustamente confermata l'opinione espressa dal Pilla nel suo trattato di geologia sulla contemporaneità del giacimento senigalliese con l'analogo della Sicilia, e vi è dichiarato altrettanto giustamente che i fossili marchigiani in discorso offrono i maggiori rapporti con la fauna e la flora plioceniche.

Di molto interesse è il volume, venuto alla luce nel 1880, sulla geologia della provincia di Forlì, frutto di lunghe e minuziose ricerche, che lo Scarabelli aveva iniziato trent'anni prima, quando le condizioni politiche del paese le rendevano assai malagevoli. Nel 1863 il Consiglio provinciale di Forlì, con lodevolissima deliberazione, decideva la formazione della carta geologica della propria provincia, ordinando che fosse rilevata nella scala di 1:50000, eguale a quella adottata dal Governo per la gran Carta geolo-

gica dell'Italia decretata nel 1861, e disponendo che formasse parte della intera monografia economica amministrativa della provincia stessa. L'incarico di rilevare la detta carta venne affidato a lui e al socio prof. Capellini, che avrebbe portato nell'impresa laboriosa il prezioso contributo della sua competenza. Ma questi, colpito pochi giorni dopo da grave lutto di famiglia, dovette rinunciare all'ufficio, che lo Scarabelli continuò da solo, attendendovi con ogni cura e riuscendo a dare una veramente buona Memoria, ricca di osservazioni e di risultati importanti. Studi più recenti hanno dimostrato invero che ampie zone calcaree e marnoso-arenacee da lui ascritte al Cretacico spettano invece all'Eocene, e che qualche altro riferimento cronologico va lievemente cambiato o non è sufficientemente avvalorato da prove paleontologiche. Inoltre la recisa opinione dell'autore (a quanto pare, da lui stesso modificata più tardi) sull'età esclusivamente cretacea delle argille scagliose non può essere accettata integralmente. Ciò non toglie peraltro il valore dell'opera, nella quale lo Scarabelli abbandona opportunamente qualche idea espressa in lavori precedenti, come quella sulla partecipazione delle rocce serpentinose a determinare il sollevamento dell'Appennino. È pure assai pregevole l'annessa carta geologica, accompagnata da molte sezioni naturali e teoretiche: rilevata prima al 50000, sopra la topografica eseguita appositamente dall'Ufficio tecnico provinciale di Forlì (ed esposta fuori concorso alla Mostra industriale di Bologna del 1869 e due anni dopo a quella di Forlì, dove venne premiata insieme con l'intera collezione di rocce, di minerali e di fossili), fu poi ridotta per ragioni economiche al 100.000, e più tardi, riprodotta in scale diverse, figurò nel '73 all'Esposizione di Vienna e nel '78 all'altra di Parigi.

Ai precedenti lavori di geologia storica ne vanno aggiunti altri minori, fra i quali giova ricordarne due per le interessanti osservazioni di stratigrafia e di geodinamica che vi sono contenute.

Uno di essi, pubblicato nel '64, riguarda un argomento già trattato dallo Scarabelli molti anni prima, vale a dire i gessi di una parte del versante Nord-Est dell'Appennino tra Bologna ed Ancona, la cui carta geologica era stata presentata e premiata alla prima Esposizione italiana di Firenze. Vi è parlato sulla posizione reciproca di alcuni membri di quei terreni terziari, in paragone con gli omologhi del Bolognese, e specialmente sull'origine metamorfica dei gessi, in appoggio della quale egli aveva scritto in varie riprese fin dal 1847, discutendo una volta anche col Coquand a proposito dei gessi di Pomarance nel Volterrano, da lui messi a confronto con quelli della Perticara e invocati, contro l'opinione del geologo francese, a sostegno della predetta genesi.

L'altro, stampato nel '97, quand'egli aveva già settantasei anni, costituisce la parte geologica dello studio compiuto dal Foresti sui fossili del Pliocene inferiore raccolti nei colli fiancheggianti il Santerno presso Imola,

ch'erano stati parzialmente esaminati in addietro dal Meneghini, e stabilisce la stratigrafia della regione, presentando in un profilo l'andamento dei depositi miocenici e pliocenici fra Ancona e l'Idice, in relazione con l'Eocene e col Cretacico prima del loro sollevamento, e dando due sezioni dei colli dianzi accennati.

Lo Scarabelli volle anche tentare ardui problemi di geotettonica e di orogenesi (che, in verità, per essere risolti o semplicemente dilucidati richiederebbero studi molto profondi), trattando brevemente sulle cause dinamiche delle dislocazioni degli strati negli Appennini e sulla probabilità che il sollevamento delle Alpi si sia effettuato sopra una linea curva.

Per ciò che si riferisce al primo soggetto, egli inclinava a credere che gl'invertimenti della Spezia e i sollevamenti delle elissoidi apuane e pisane fossero stati prodotti da un generale e graduato arretramento dell'Appennino ligure-bolognese verso il Mediterraneo, per effetto di una pressione laterale sofferta dell'Appennino stesso a Nord-Est, allorchè precisamente il grande asse sinclinale entro cui scorre ora il Po assumeva l'attuale sua direzione, industriandosi di chiarire e di avvalorare l'ipotesi col ricorso a sezioni naturali e col sussidio di esperimenti pratici.

Quanto al sollevamento delle Alpi, lo Scarabelli dall'esame analitico dell'orografia e della idrografia di queste montagne e della valle padana cerca di rimontare alla causa dell'una e dell'altra. Egli traccia le direzioni medie dei crinali delle Alpi e degli Appennini e delle vallate dei principali fiumi dell'Italia settentrionale, e trova che i vari tratti della valle del Po corrispondono alle basi di triangoli isosceli, i cui lati eguali sono costituiti dalle direzioni dei relativi prossimi tratti della catena alpina. Questa ed altre considerazioni ed astrazioni teoriche lo inducono a ritenere che le Alpi si sieno generate per effetto di un sollevamento curvilineo con consecutiva fratturazione in poliedri spostati ai lati di questo asse curvo di sollevamento, e che il tratto maggiore della valle padana, parallelo all'Appennino, rappresenti una grande sinclinale tra questo e le Alpi. Ardite concezioni invero, specialmente per quel tempo (1866), le quali dinotano la mente speculativa dell'autore, che si attentava di affrontare questioni tanto difficili.

Altri lavori del nostro socio dimostrano la praticità del suo ingegno e la tendenza a ricerche sperimentali. Egli costrusse infatti parecchi modelli di stratigrafia generale didattica e di stratigrafia speciale bolognese-imolese; istituì esperimenti per definire se le impronte così dette problematiche provengano dalla superficie superiore o inferiore degli strati e per dedurne conseguentemente l'origine diversa, ed eseguì saggi intorno alle figure dovute a viscosità e a quelle analoghe ai Nemertili, che, studiati su esemplari caratteristici, con sezioni variamente dirette, gli pareva doversi piuttosto considerare come deiezioni di un animale ancora sconosciuto. Ideò e fece comporre uno strumento, l'« orizo-clinometro », presentato all'Esposizione di Genova

del 1892, il quale ha lo scopo di determinare con rapidità ed esattezza la direzione e l'inclinazione di quei filoni e di quegli strati che lasciano allo scoperto, al tetto delle osservazioni, soltanto un breve tratto della loro superficie inferiore, come avviene spesso nelle gallerie di miniere e in quelle ferroviarie. Rilevò inoltre la notevole flessione subita da una croce in arenaria, eretta nel 1750 in Imola e adesso non più esistente, spiegandone le cause, e compilò un abbozzo di guida geologica nella regione appenninica compresa fra il percorso ferroviario Pistoia-Bologna-Ancona-Fossato, tracciando sopra una grande carta geografica della regione accennata parecchie sezioni dalla cresta dell'Appennino al mare, e aggiungendo l'indicazione dei punti più interessanti da esaminare e delle collezioni paleontologiche degne di essere visitate.

Lo Scarabelli non si occupò soltanto di geologia pura, ma anche di geologia applicata, alla quale annetteva molta importanza. Già nel '44 egli sosteneva l'utilità degli studi geologici per gli ingegneri, e in vari lavori successivi eccitava con insistenza la gioventù a coltivare con interesse questa scienza, la quale, ritenuta quasi di lusso da coloro che non la professano, contiene invece, al pari di altre, in grado eminenti applicazioni utilissime. E nelle monografie geologiche delle varie provincie illustrate curava sempre di mettere in evidenza i prodotti naturali vantaggiosi e gli usi molteplici a cui possono servire, insistendo sulla convenienza che molti s'industriassero di trarne profitto e proponendo la istituzione di premi per coloro che ricerassero e rinvenissero nuovi giacimenti coltivabili o intraprendessero su larga scala l'estrazione di materiali già noti, e ne estendessero l'impiego a scopi non ancora tentati in quei luoghi, con la introduzione di metodi di preparazione più economici e più perfezionati.

Anche la questione relativa ai pozzi bianchi e neri della città d'Imola, in relazione con l'idrografia sotterranea e con l'igiene, gli offrì oggetto di utili ricerche, quando, nel '72, assessore di quel Comune, fu nominato membro e relatore della Commissione incaricata di riferire sull'importante problema, ch'egli studiò con molta diligenza e con l'esattezza richiesta dalla natura del lavoro, suggerendo i provvedimenti opportuni, fra i quali la costruzione delle fogne, l'abolizione dei pozzi neri assorbenti e una trivellazione verticale, che avrebbe fornito la città di buona acqua potabile.

A quest'ultimo argomento dei fori artesiani egli rivolse cure assidue e notevoli, dandogli il contributo della sua competenza di geologo pratico e della sua fede in un lieto successo. Considerando i benefici effetti che ne avrebbe potuto ritrarre la regione, provveduta generalmente di acqua potabile scarsa e insalubre, e allo scopo di far evitare indagini infruttuose e spese inutili, già nel 1850, in un lavoretto elementare e senza pretese, destinato, per così dire, ai profani, egli fece conoscere le sue idee sulla diversa probabilità di riuscita di questi fori nel territorio imolese. Esposta la legge sulla quale il

fatto si basa, le necessarie condizioni litologiche e di giacitura dei terreni acquiferi e i processi di ricerca, indica, con la scorta delle sue osservazioni geologiche e di esperimenti eseguiti da lui stesso e da altri, i punti del predetto territorio che meglio si prestano allo scopo e quelli dove i tentativi riuscirebbero vani, e conchiude augurandosi che si praticino numerose trivellazioni, le quali, pur non fornendo acqua zampillante, darebbero tuttavia risultati soddisfacenti, perchè questa si sarebbe incontrata a piccola profondità, nè la spesa per estrarla col mezzo di pompe sarebbe stata notevole. Qualche anno dopo, sempre col fine d' incoraggiare l' intraprendenza del pubblico, diede i particolari di un artesiano praticato a Conselice, presso Lugo di Ravenna, dall' ingegnere Eugenio Canevazzi e ottimamente riuscito, la cui acqua zampillante, incontrata alla profondità di solo 50 metri, si elevava a circa due dal suolo, con una temperatura di 15° centigradi. Più tardi, trattando delle condizioni igieniche d' Imola, mostrò l' opportunità di scavarvi un pozzo artesiano; e più tardi ancora, quasi ottantenne, ritornando sull' argomento con una lettera a stampa, indirizzata al direttore di quella Cassa di Risparmio, di cui chiedeva l' appoggio, sostenne che le condizioni stratigrafiche favorivano il progetto di una trivellazione nella predetta città, posta in una leggera sinclinale di strati costituiti da sabbie gialle e da argille turchine, nella quale il Santerno depose le proprie alluvioni terrazzate, e fabbricata appunto sopra una di queste. Ed aggiunse che, contrariamente all' opinione da lui espressa in addietro, la zona acquifera scorrente fra le sabbie e le argille presenta un dislivello con la città di 80 metri, sufficiente, a suo giudizio, per ottenere dal pozzo acque zampillanti. Il progetto venne eseguito nell' ultimo trimestre del '98, a spese della citata Cassa di Risparmio, dalla Ditta Ing. A. Bonariva, e la perforazione arrivò alla profondità di 136 metri. L' acqua fu incontrata a 56, dove saliva fino a 6 metri e mezzo sotto suolo; a 126, giunse e si arrestò a un metro e ottanta centimetri, presentandosi limpida, incolora, inodore e chimicamente potabile.

Di paleontologia non si occupò che all' inizio de' suoi studi, dando nel 1846 il catalogo dei resti di mammiferi raccolti dal suo concittadino Giuseppe Cerchiari nelle sabbie gialle dell' Imolese, che allora ascriveva al Pliocene, ma qualche anno dopo riferì giustamente al Quaternario. Tuttavia intorno a questa giovane scienza egli aveva concetti molto sagaci. Era convinto dell' importanza dei fossili e riconosceva il grande valore del criterio paleontologico per la determinazione cronologica dei terreni; e nelle sue pubblicazioni di geologia pura, come in quelle di geologia applicata, citava costantemente gli avanzi organici rinvenuti da lui o da altri, curando sempre di dare precise notizie sulla loro provenienza e tenendone stretto conto. Solo rarissime volte azzardava qualche dubbio, parendogli di riscontrare in uno stesso giacimento specie comuni a più di un piano: il che fino a un certo punto era realmente vero, ma dipendeva soprattutto da determinazioni specifiche parzialmente in-

satte o da rimestamento di fossili. Non andava peraltro all'esagerazione: per esempio, non ammetteva che si potessero stabilire basi di ordinamenti stratigrafici con la sola scorta delle osservazioni paleontologiche, nè approvava le soverchie distinzioni di forme, quasi fondate sopra un'idea preconcetta, della presenza, cioè, esclusiva ed assoluta di certe forme in ogni assisa, dando luogo ad un eccessivo frazionamento di piani geologici, ingiustificato e dannoso. Così deplorava il metodo di coloro che vorrebbero rintracciare minutamente la corrispondenza di depositi situati a grande distanza gli uni dagli altri, in modo da stabilire il sincronismo non solo fra membro e membro, ma, potrebbe dirsi, fra strato e strato, come se la vita animale e vegetale di cui celano gli avanzi non fosse dovuta andar soggetta in addietro, al pari di oggi, al complesso di molte influenze locali.

Invece lo Scarabelli coltivò con zelo indefesso la paletnologia, in cui raggiunse un posto molto notevole mediante la pubblicazione d'importanti lavori, concernenti la Romagna e le Marche.

Già nel 1850 egli aveva richiamato, uno fra i primi in Italia, l'attenzione degli studiosi sulle armi di pietra, illustrando in una Nota corredata di belle figure quelle scoperte nei dintorni di Goccianello, a pochi chilometri da Imola. Di esse e di altre trovate successivamente nell'Imolese riparò più tardi, indicando tutti i luoghi e le condizioni speciali del suolo in cui si rinvennero e dando per maggiore chiarezza una cartina geologica. Pubblicò anche due tavole disegnate da lui stesso e destinate a dimostrare la scheggiatura delle pietre levigate quaternarie della predetta regione: la prima riproduce le forme delle pietre mounstieriane, ordinate secondo il numero progressivo delle loro scheggiature; la seconda dà le figure che dimostrano il passaggio dalle forme mounstieriane a quelle acheuliane mediante scheggiature fatte in contorno alle superficie concoidi delle pietre.

Ma la sua principale produzione in questo ramo di scienza si svolse a cominciare dal 1870 con gli scavi nella caverna detta del Re Tiberio, nella valle del Senio, già prima esplorata a scopo scientifico dal Tassinari e dallo Zauli. Tali scavi, eseguiti con la massima cura, gli diedero agio di raccogliere nei vari piani del terriccio numerose ossa e avanzi copiosi dell'industria umana, i quali gli permisero di stabilire il progressivo avanzamento di civiltà degli uomini che vi si erano ricoverati e sparsero nuova luce sulle lunghe vicende da loro successivamente subite.

Anche la rinomata grotta di Frasassi presso Fabriano, che era già stata studiata da parecchi scienziati, gli fornì argomento di nuove indagini, contenute in una monografia inserita nelle Memorie di questa Accademia e assai pregevole non solo per i risultati paletnologici, ma eziandio, e soprattutto, per le osservazioni geologiche, poichè studia particolarmente i terreni di quella contrada e i loro fossili, dando pure l'elenco delle specie di cefalopodi e di brachiopodi raccolte da lui nel Lias superiore e nel Titoniano.

dell'Appennino centrale. Egli scruta le cause probabili che produssero e ampliarono la caverna; ne descrive separatamente gli avanzi rinvenuti nello strato inferiore dell'ammasso terroso, comprese le ossa di mammiferi, determinate insieme con lo Strobel, e gli altri scoperti nello strato superiore, cercando d'interpretarne gli usi, istituendo numerosi ed efficaci confronti e giungendo a conclusioni di molto interesse, riconosciute anche dalla Società geologica italiana, quando, nell' 83, essa visitò la grotta sotto la presidenza del senatore Capellini e con la guida dello Scarabelli, che per l'occasione aveva pubblicato un bel profilo geologico da Colcetto a Serra S. Quirico.

Nel '72 iniziò le ricerche nella piccola collinetta del Castellaccio, costituita di sabbie, di ghiaie e di argille sabbiose plistoceniche (e della quale, come s'è detto dianzi, pubblicò più tardi anche la carta geologica), che si eleva a meno di 40 metri sulla riva destra del Santerno, a poco più di un chilometro da Imola. L'amenno piano che ne forma la vetta e la distesa incantevole di paese che si gode di lassù fecero sorgere nella mente dello Scarabelli l'idea che tali condizioni di luogo avessero dovuto invitare qualche antichissima famiglia umana a piantarvi la propria dimora. Nè le sue supposizioni, confortate pure da cronache patrie, furono fallaci, giacchè le coscienziose e prolungate ricerche, che fin dal principio avevano destato l'interesse e provocato il parere del socio prof. Pigorini, dello Strobel, del Chierici e di altri specialisti, lo posero in grado d'illustrare nel 1887 la stazione preistorica sul Monte del Castellaccio, riferibile a un'età compresa tra la fine dell'epoca della pietra e l'inizio di quella del bronzo, in una monografia molto pregevole, la cui pubblicazione fu largamente sussidiata dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio e riscosse il plauso generale. L'opera è fornita di ottime tavole, comprendenti le figure di numerosi e interessantissimi oggetti scoperti e i rilievi di piante e sezioni, per i quali l'autore ebbe successivamente a collaboratori gl'ingegneri Domenico Casati e Giuseppe Marani.

Da ultimo, lo Scarabelli fece tra il 1892 e il 1898 il rilevamento di un'altra stazione preistorica dell'Imolese, da lui scoperta a S. Giuliano, casa colonica della parrocchia di Toscanella, nel comune di Dozza: è da sperare che il lavoro, ultimato nel 1900 e ancora inedito, del quale il socio prof. Brizio diede poco tempo fa comunicazione alla R. Deputazione di Storia patria per le provincie di Romagna, vegga presto la luce (¹).

(¹) La stazione preistorica di Toscanella, simile per l'impianto a quella del Castellaccio, ma assai più recente di questa, sorgeva circa due chilometri a valle della via Emilia, sulla sponda sinistra del torrente Sellustra. Il senatore Scarabelli ne rilevò con esattezza la pianta e le sezioni di varie trincee e vi raccolse molta copia di oggetti in terra cotta, osso e bronzo, ora in gran parte esposti nel Museo di Bologna, per conto del quale vennero eseguiti tutti gli scavi. Di essa egli ebbe la fortuna di scoprire anche il sepolcro, che però consisteva esclusivamente di scheletri distesi con il cranio a Nord-Ovest e i piedi

A ragione dunque può dirsi ch' egli portò un contributo molto efficace allo studio della paletnologia, intorno alla quale aveva idee pratiche e logiche, che esprimeva tra il '70 e il '90. Così, per esempio, riteneva che questa scienza « non sempre fosse stata abbastanza coltivata geologicamente, tanto rispetto alla condotta dei lavori di ricerca, quanto nella loro descrizione »; onde ne erano derivate, a giudizio di lui, incertezze e oscurità e asserzioni inesatte e dannose. Così gli pareva che la nostra paletnologia, sorta da poco tempo e da ricerche ristrette e incomplete, « troppo si affrettasse a voler sempre vedere tribù diverse quasi in tutti i luoghi dove un oggetto più, un oggetto meno, di una forma piuttosto che di un'altra, era stato scoperto »; per modo che ne risultavano distinzioni e frazionamenti eccessivi, forse tutt'altro che utili. Così, pur non dichiarandosi incredulo verso le grandi scoperte scientifiche, disapprovava la facilità con la quale talvolta si vuole decidere sulla maggiore o minore antichità di certe armi e utensili, pretendendo di definirla unicamente dal grado diverso di perfezione di lavoro con cui sono formati; mentre tuttò si hanno sott'occhio le prove più chiare di utensili od ornamenti che, secondo i luoghi e le persone che ne usano, si trovano, contemporaneamente ed anche a breve distanza, foggiati rudemente o con molta eleganza e costituiti di materia grossolana o preziosa. Così dubitava che la levigatura di certe armi di pietra (valgano le asce e i mazzuoli) fosse criterio sufficiente per giudicarle tutte posteriori, senza alcuna eccezione, ad altre, come le frecce in selce, rozzamente scheggiate; poichè la differente preparazione poteva dipendere non tanto dall'epoca, quanto dalla opportunità o dalla necessità di servirsi di rocce diverse secondo l'uso a cui erano destinate le singole specie di armi o in base alle condizioni litologiche locali, e di lavorarle variamente in rapporto con la natura del materiale adoperato e con l'impiego delle armi stesse. — Può darsi che tutte queste riflessioni dello Scarabelli si ritengano ovvie, ma ciò non toglie che siano anche giuste.

Da quanto s'è detto fin qui risulta che l'opera scientifica del compianto nostro socio durò quasi sessant'anni e si svolse con profitto intorno a vari rami delle discipline naturali, quantunque egli, nella sua modestia, si chiamasse talvolta « amatore geologo, semplice osservatore di fatti e poco più di un paziente raccoglitore di oggetti ». Fornito di una bella intelligenza e di una mente equilibrata e serena, egli era anche provvveduto di una forte volontà, che, associata alla robustezza dell'organismo, gli dava una particolare resistenza al lavoro e gli permetteva di lottare quasi sempre vittoriosamente contro gli ostacoli.

Naturalista vero, amava l'intima essenza delle cose, anzichè la loro superficiale apparenza, e si atteneva strettamente all'esposizione dei fatti,

a Sud-Est. I crani di questi scheletri, esaminati dal prof. Sergi, furono attribuiti a individui della razza da lui detta *Mediterranea* (E. Brizio, in *Atti e Memorie della R. Deputazione di Storia patria per le provincie di Romagna*, serie III, vol. XVIII, pagg. 337-338, Bologna, 1900).

quali si mostravano nella loro integrità, rilevando con diligenza lodevole, ma senza uggiosa pedanteria, anche quelli che a primo aspetto potevano sembrare inconcludenti e sapendone trarre interessanti deduzioni. Pieno di buon senso e di logica, non dava soverchio valore a certi fenomeni osservati in un luogo e non ne generalizzava la spiegazione a quelli del medesimo ordine riscontrati altrove senza essersi prima assicurato ch'essi vi si riproducevano con un aspetto simile. Interprete perspicace dei fenomeni naturali, era cauto e prudente nei giudizî, ripetendo più volte le osservazioni e cercando il perchè di ogni fatto; nè rifuggiva dal dichiarare la sua ignoranza piuttosto di esporre un concetto non sufficientemente fondato. Pertinace nelle sue idee scientifiche, quando gli sembravano giuste e di utile applicazione, le sosteneva con fervore, cercando di renderle sempre più convincenti con l'aggiunta di nuovi fatti; pronto d'altra parte a modificarle se le riconosceva inesatte. Nella trattazione delle varie questioni esponeva lealmente gli argomenti contrari al suo modo di vedere e li esaminava con calma efficace. Persuaso che dal dissenso fra le diverse opinioni scaturisce la luce, che è guida alla verità, non era alieno dalla discussione, che serbava sempre nel campo obiettivo, accogliendo con attenzione deferente gli appunti che gli venivano mossi e oppugnandoli con garbo, da gentiluomo. Lodava volentieri il buono e criticava con forma cortese ciò che non gli pareva tale, dicendone serenamente le ragioni. Nei suoi lavori citava sempre chi l'aveva aiutato, dando a ciascuno il suo. Di essi, alcuni, eseguiti cinquant'anni fa e con mezzi assai scarsi, sono molto sommari e, naturalmente, non armonizzano in ogni punto con i moderni progressi della scienza; ma tutti, in generale, sono condotti con buon metodo di ricerca e specialmente con un ordine esemplare e contengono osservazioni originali e giudiziosi riflessioni. Sono anche scritti bene, con una leggera sfumatura di sentimento artistico che piace; nei più vecchi, forse, lo stile è un po' antiquato e prolioso e qualche volta lievemente retorico, benchè sempre dignitoso, ma poi s'è venuto a mano a mano modificando nei successivi. Non sono studi affrettati, ma stesi con calma, con ponderazione, senza la febbre deplorevole di chi vuol produrre a ogni costo.

Molte altre benemerenze dello Scarabelli, che gli procurarono altissimi onori, meritamente conferiti alla sua intelligente attività e al suo patriottismo, ne resero il nome vie più caro e apprezzato. Italiano fervente, offrì il braccio all'impresa generosa del riscatto nazionale e nel '48 si arruolò volontario, combattendo contro gli Austriaci come maggiore addetto allo Stato maggiore del colonnello Ferrari; in seguito fece parte delle cospirazioni della Giovane Italia, nè mai si lasciò intimidire dalle terribili circostanze in cui ebbe a svolgersi la sua opera di patriotta. Nel '59 fu membro della Giunta provvisoria di Governo, consigliere di Stato presso il Commissariato delle Romagne, vice-presidente della Deputazione provinciale di Bologna e presidente della Commissione che presentò a Vittorio Emanuele II il voto di annessione delle sue provincie al Regno d'Italia. Primo sindaco d'Imola, dal '60 al '66, v'iniziò

un notevole rinnovamento edilizio e scolastico, conseguendo nel 61 la medaglia d'argento per i lavori di statistica comunale. Nella stessa città ebbe altri uffici onorifici: fu presidente a vita dell'Asilo infantile, fatto sorgere da lui prima del 50 e largamente beneficato nel suo testamento; della Cassa di Risparmio, pure istituita dallo Scarabelli nel 1855, del Consorzio dei Mulini e del Museo civico di Storia naturale, ch'egli fondò nel 57 con Giuseppe Liverani, Odoardo Pirazzoli, Giacomo Tassinari e Vincenzo Toschi, donando al Comune le loro private collezioni, e che si accrebbe a mano a mano soprattutto col materiale scientifico raccolto o acquistato da lui, raggiungendo ben presto un notevole interesse locale. Per moltissimi anni fu capo del Consorzio agrario circondariale imolese e, come tale, attivissimo precursore del risveglio agricolo di quella regione. Nel 64, mentr'era sindaco, venne eletto senatore. Fu tra i soci fondatori della Società geologica italiana, che lo chiamò subito fra i suoi consiglieri e nell'88 lo acclamò presidente. Fece parte per lungo tempo del Reale Comitato geologico d'Italia. Il 2 Agosto 1898 fu nominato socio nazionale di questa Accademia, alla quale apparteneva in qualità di corrispondente dal 1° Agosto 1887.

Nel disimpegno di questi molteplici uffici e di altri che gli vennero più volte affidati dal Governo intorno a questioni agrarie e geologiche, egli impiegò tutta la sua attività, portandovi il prezioso contributo della mente e del cuore.

Sì, anche del cuore. Poichè Giuseppe Scarabelli non soltanto possedeva ingegno e dottrina, ma aveva pure una bell'anima. Di carattere integro e vigoroso, si prefisse di non piegare mai verso qualsivoglia men che onesta tendenza. In apparenza austero, nutrì sentimenti delicati. Franco e leale con tutti, dignitosamente gentile, buono e caritativole, fu riverito ed amato. Ebbe affezione immensa per la moglie, contessa Giovanna Alessandretti, vedova del conte Pietro Faella, che sposò verso il '60. e, non avendone avuto figliuoli, adottò generosamente come suoi i due figli che le erano nati dal primo matrimonio. Nel 94 gli morì la consorte, lasciandogli un gran vuoto nel cuore. D'altra parte, la lunga durata della sua esistenza gli aveva prodotto un graduale isolamento, e già da varii anni ripeteva tristamente al nipote carissimo prof. Giovanni Toldo ⁽¹⁾, geologo (il quale segue con molto onore la via luminosa tracciata dall'estinto), che quasi più nessuno viveva dei compagni della sua gioventù. Ma, sorretto dalla tempra fortissima, non soffrì mai avvillimento morale e, confortato dallo studio e dalle tenere cure della famiglia adottiva, visse serenamente fino all'ultimo dì.

(1) A questo egregio collega, il quale, accogliendo la mia preghiera, mi fornì con grandissima cortesia molte notizie sulla vita del senatore Scarabelli, desidero esprimere pubblicamente i sentimenti della mia riconoscenza. E tanto più gli sono grato, poichè anch'egli, per incarico della Presidenza della Società geologica italiana, ebbe a scrivere la commemorazione del compianto geologo, che già da alcuni giorni ha trasmessa alla Segreteria della predetta Società.

In Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini si è spento il Nestore dei geologi italiani, alla cui memoria benedetta s'inchinano riverenti la Scienza e la Patria.

L A V O R I
DEL SENATORE
GIUSEPPE SCARABELLI GOMMI FLAMINI

a) — Pubblicazioni.

Osservazioni geologiche nelle vicinanze del Lago di Lugano in Lombardia. Brano di lettera al Prof. Leopoldo Pilla. — Cimento, anno II, pp. 242-244, in-8°. Pisa, Tip. della Minerva, 1844.

Cenno sopra un viaggio in Sicilia compiuto nei mesi di Dicembre e Gennaio 1845 e relazione di una gita al Vesuvio fatta nel dì 24 Gennaio dello stesso anno. Lettera al Prof. Silvestro Gherardi. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, serie II, tomo III, pp. 227-231, in-8°. Bologna, Tip. Sassi nelle Spaderie, 1845.

Una parola sulle ossa fossili dell'Imolese. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, ser. II, tom. VI, pp. 81-84. Bologna, 1846.

Catalogue des mammifères fossiles du terrain pliocène d'Imola, en Romagne. — Bull. de la Société géol. de France, 2^e série, tom. III, p. 442. Paris, 1846 [in A. Toschi, Ossements fossiles découverts à Imola. Loc. cit., p. 440-442].

Sui depositi delle ossa fossili esistenti nell'Imolese. Lettera al ch. sig. Antonio Toschi. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, serie II, tom. X, pp. 297-302, con una sez. geologica. Bologna, 1848.

Sulla diversa probabilità di riuscita dei pozzi artesiani nel territorio imolese. Osservazioni. — Opuscolo di pp. 22, in-8°, con una tavola di sezioni geologiche. Imola, presso Vincenzo Dal Pozzo, 1850.

Intorno alle armi antiche di pietra dura che sono state raccolte nell'Imolese. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, serie III, tomo II, pp. 258-266, in-8°, con una tavola (V). Bologna, Tip. Sassi, 1850.

Note sur l'existence d'un ancien lac dans la vallée du Senio en Romagne. — Bulletin de la Société géol. de France, II^e série, tom. VIII, pp. 195-202, con una tavola (IV). Paris, 1851 [Letta nella riunione straordinaria della detta Società tenuta ad Épinal nel 1847].

Sur la formation miocène (terrain tertiaire moyen) du versant N.-E. de l'Apennin, de Bologne à Sinigaglia. — Bull. de la Société géol. de France, II^e série, tom. VIII, pp. 239-251, con una tavola (IV). Paris, 1851.

Studi geologici sul territorio della Repubblica di S. Marino fatti nel 1848. — Opuscolo di pp. 26, in-8°, con carta e sezioni geologiche. Imola, Dal Pozzo, 1851.

Sopra i depositi quaternari dell'Imolese. Rettifica di alcune opinioni intorno alla giacitura delle ossa fossili. Lettera al ch. sig. Dott. Antonio Toschi. — Annali di scienze matematiche e fisiche, tomo III, pp. 33-41, in-8°, con una tavola di sezioni geologiche. Roma, Tip. delle Belle Arti, 1852.

Carta geologica della Provincia di Bologna e descrizione della medesima. — Opuscolo di pp. 27, in-8°, con la detta

Carta. Imola, Ignazio Galeati è figlio, 1853.

Sopra di un conglomerato calcare gessificato. Lettera al ch. sig. Antonio Toschi. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, serie III, tom. IX, pp. 71-76, in-8°. Bologna, Tip. Sassi nelle Spaderie, 1854 [Vedi la Nota seguente].

Note sur le métamorphisme de certains gypses (indicata anche col titolo: Sur le gypse de Pomarance en Toscane). — Bull. de la Société géol. de France, II^e série, tom. XI, pp. 346-347. Paris, 1854 [Vedi la Nota precedente].

Descrizione della Carta geologica della Provincia di Ravenna. Opuscolo di pp. 27, in-8°, con la detta Carta. — Nuovi Annali delle Scienze naturali, serie III, tomo X, pp. 211-228 e 337-346, con tav. II. Bologna, Tip. dell'Ancora, 1854.

Sur un sondage artésien exécuté à Conselice, près Ferrare (pres. il 15 Settembre 1856). — Bull. de la Soc. géol. de France, II^e série, tom. XIV, pp. 102-105. Paris, 1857. (Vedi anche l'Incoraggiamento, giornale di Agric., Ind. e Comm., anno 8°, nuova serie, n.º 35, p. 138. Ferrara, 1856) [I fossili trovati nella trivellazione sono determinati da G. Tassinari].

Sur une Nassa des marnes subapennines voisine de *N. prismatica* Brocchi sp. (*N. Deshayesi* n. sp.). Extrait d'une lettre à M. Deshayes. — Bull. de la Société géolog. de France, II^e série, tom. XIV, p. 105. Paris, 1857.

Carta geologica del Senigalliese e dell'Anconitano, rilevata nel 1857. Bologna, Lit. Pancaldi [Vedi Studi sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese].

Studi sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese. — Un vol. di pp. vii-506, in-4° [Parte I: Scarabelli, Geologia stratigrafica, di pp. 37, con la Carta geologica del Senigalliese e dell'Anconitano. — Parte II: A. Massalongo, Flora fossile, con 45 tavole]. Imola, Tip. d'Ignazio Galeati e figlio, 1859.

Sui gessi di una parte del versante N.-E. dell'Appennino. Lettera al Professore Domenico Santagata. — Opuscolo di pp. 21, in-8°, con una tav. di sezioni. Imola, Tip. d'Ignazio Galeati e figlio, 1864.

Sulle cause dinamiche delle dislocazioni degli strati negli Apennini. Lettera al Prof. G. Capellini. — Atti della Società ital. di Scienze naturali, vol. VIII, pp. 362-364. Milano, Giuseppe Bernardoni, 1865.

Sulla probabilità che il sollevamento delle Alpi siasi effettuato sopra una linea curva. Lettera al ch. sig. Dott. Cesare D'Ancona. — Opuscolo di pp. 29, in-8°, con una tavola rappresentante la valle del Po dopo il sollevamento delle deposizioni plioceniche. Firenze, Succ.^{ri} Le Monnier, 1866.

Guida del viaggiatore geologo nella regione Apennina compresa fra le ferrovie italiane Pistoia-Bologna, Bologna-Ancona e Ancona-Fossato. Scala per le distanze 1:400000; scala per le altezze, ideale. [Fatta nel 1866]. — Un foglio lungo 70 centimetri e largo 50. Milano, Stab. Giuseppe Civelli, Gennaio 1870.

Notizie sulla Caverna del Re Tiberio. Lettera al ch. sig. Prof. Antonio Stoppani. — Atti della Società italiana di Scienze naturali, vol. XV, pp. 40-57, con una figura interc. Milano, Tip. di Giuseppe Bernardoni, 1872.

La Croce dei Cappuccini in Imola. Lettera scientifica scritta dal Cav. Giuseppe Scarabelli Gommi Flaminio alla signora Isabella Toldo il giorno delle sue nozze col signor Rinaldo Ricci Bitti. — Un opuscolo di pp. 11, in-8°, con figura. Imola, Tip. d'Ignazio Galeati e figlio, 1873.

Brano di lettera al Prof. Pigorini intorno alle scoperte fatte sul Castellaccio. — Annuario scientifico ed industriale, anno X (1873), pp. 219-220, in-8°. Milano, Fratelli Treves, 1874.

I pozzi bianchi e neri della città d'Imola in relazione colla idrografia e l'igiene. Rapporto dell'Assessore Comm. Giu-

seppe Scarabelli Gommi Flamini al R. Sindaco d'Imola. — Opuscolo di pp. 18, in-4°. Con una tavola indicante l'area della città d'Imola divisa in quadrati di 300 metri ciascuno, portanti l'indicazione delle medie profondità dei pelli d'acqua dei pozzi ivi esistenti. Imola, Tip. d'Ignazio Galeati e figlio, 1874.

Scavi nella terramara del Castellaccio presso Imola. Lettera al Prof. Strobel. — Bullettino di Paletnologia it., anno I, pp. 150-151. Parma, Tip. della Società per gli operai tipografici, 1875.

La terramara del Castellaccio presso Imola. Lettera al Prof. Strobel. — Bulletin di Paletnologia italiana, anno 3°, pp. 21-24, in-8°. Reggio dell'Emilia, Tip. degli Artigianelli, 1877.

Sugli scavi eseguiti nella Caverna detta di Frasassi (Provincia di Ancona). — Mem. della R. Acc. dei Lincei, Classe di Scienze fis., mat. e nat., serie 3°, tomo V, pp. 78-106, con 2 tavole.

Roma, Tip. Salviucci, 1880.

Descrizione della Carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino fra il Montone e la Foglia [o Geologia della Provincia di Forlì]. — Un vol. di pp. 106, in-4°, con 7 fig. intercalate nel testo, carta geologica e tavola di sezioni. Questa opera fa parte della Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì (Geologia) [Tip. d'Ignazio Galeati e figlio in Imola]. — Forlì, a spese provinciali, 1880.

Carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino compreso fra i fiumi Montone e Foglia, rilevata alla scala di 1:50000 e ridotta a quella di 1:100000. — Bologna, Stab. lit. G. Thumb, 1880. [Vedi Descrizione geologica del versante ecc.].

Carta geologica del Monte Castellaccio e dintorni presso Imola, alla scala di 1:5000. (Con sezione alla scala di 1:2500). — Stab. Lit. Virano e Teano. Roma, 1881.

Sulla età delle argille scagliose. — Boll.

della Soc. geol. it., vol. II, p. 93. Roma, Tip. Salviucci, 1883.

Sezione geologica nelle valli del Sentino e dell'Esino (Provincia di Ancona). Stab. lit. C. Virano, Roma, 1883. — Bollettino della Società geologica it., vol. II, tav. V. Roma, 1883.

Stazione preistorica del Monte del Castellaccio presso Imola scoperta ed interamente esplorata da G. Scarabelli Gommi Flamini. Un vol di pp. vi + 95, in-4° gr., con 23 tavole in litografia, delle quali 3 grandi colorate. — Imola, tip. d'I. Galeati e figlio, 1887.

Tavole due (I e II), dimostranti la scheggiatura delle pietre lavorate, quaternarie, dell'Imolese. — Bologna, Lit. Wenk, 1888.

Discorso d'apertura dell'adunanza generale della Società geologica italiana tenuta in Rimini il 6 Settembre 1888. — Boll. della Soc. geol. ital., vol. VII, pp. 241-243. Roma, Tip. della R. Acc. dei Lincei, 1888.

Sulle pietre lavorate a grandi schegge del Quaternario presso Imola. — Bulletin di Paletnologia italiana, serie II, tomo VI, anno XVI, pp. 157-166, in-8°, con una cartina geologica (tav. V). Parma, Luigi Battei, 1890.

Necessità di accettare se le impronte così dette fisiche e fisiologiche provengono dalle superfici superiori o dalle inferiori degli strati. Osservazioni sopra il *Nemertilites Strozzii* Meng. — Bollettino della Soc. geol. it., vol. IX, pp. 349-357, in-8°, con 2 tav. (IX e X). Roma, 1890.

Orizo-clinometro (Scarabelli). Nota esplicativa intorno al modo di servirsene. — Pp. 2, in-fol., con fig. Imola, Tip. Galeati, 1892.

Sopra alcuni fossili raccolti nei colli fiancheggianti il fiume Santerno nelle vicinanze d'Imola. — Boll. della Società geol. it., vol. XVI, pp. 201-241, con due tavole. Roma, 1897.

Nuovi studi sulla probabilità di felice risultato di una perforazione artesiana in Imola. Lettera al Direttore della

Cassa di Risparmio in Imola. — Opº di pp. 7, in-4º, con una tavola di sezioni geologiche. Imola, Tip. d'Ignazio Galeati e figlio, 1898.

Osservazioni geologiche e tecniche fatte in Imola in occasione di un pozzo artesiano eseguito a spese della Cassa di Risparmio dalla spettabile Ditta Ing. A. Bonariva nell'ultimo trimestre 1898. — Pagine 2, in-fol., Imola, Tip. Galeati, 1899.

Nota — Nell'elenco manoscritto dei lavori dello Scarabelli, regalato dall'estinto al prof. Toldo, è compresa anche una Nota: « Sulla utilità degli studi geologici per gl'ingegneri (1844) »; ma non risulta se e dove sia stata pubblicata.

b) — Manoscritti.

Relazione [ultimata nel 1900] sul rilevamento della Stazione preistorica di San Giuliano, nel comune di Dozza, eseguito negli anni 1892-1898.

c) — Modelli e strumenti

[conservati nel Museo civico d'Imola].

Nove modelli geologici: sette di stratigrafia generale didattica (1892) e due di stratigrafia speciale bolognese-imolese (1900).

Saggi di esperimenti relativi alle impronte fossili così dette problematiche, alle figure analoghe ai Nemertiliti e a quelle dovute a viscosità. (Queste ultime venivano eseguite con lastre di legno o di vetro o di marmo, appoggiate su belletta di argilla oppure di gesso, e poi staccate per sollevamento parziale, laterale: esse erano utilizzate dallo Scarabelli per ricavarne paesaggi).

Orizo-clinometro Scarabelli, « strumento per rilevare a un tempo, speditamente e senza l'aiuto di calcoli, l'orientazione e l'inclinazione di quegli strati terrestri dei quali non fossero in vista se non che le superfici inferiori » [Vedi la Nota esplicativa per l'uso di detto strumento, pubblicata nel 1892].

OPERE PERVENUTE IN DONO ALL'ACADEMIA
presentate nella seduta del 4 febbraio 1906.

ACHIARDI G. (d') — I minerali dei marmi di Carrara (Parte seconda). Pisa, 1905. 8°.

BARGAGLI P. — Stefano Bertolini. (Dal Bull. della Soc. Ent. Ital., anno XXXVI. Trim. 4°, 1904). Firenze, 1905. 8°.

BASSANI F. — In memoria di Leopoldo Villa. Napoli, 1905. 8°.

BERLESE A. — Sopra una nuova specie di Mucedinea parassita del *Ceroplastes Rusci*. (Dal « Redia », vol. III, fasc. 1°). Firenze, 1906. 8°.

CARNAZZI P. — Dilatazione e compressibilità delle miscele. (Dal Nuovo Cimento, S. V, vol. IX, marzo 1905). Pisa, 1905. 8°.

CARNOY H. — Notice sur M. E. Lebon. (Dict. biogr. intern. des Écrivains). Paris, s. a. 8°.

Catalogue photographique du Ciel. Vol. 1. Paris, 1905. 4°.

FUSARI R. — A proposito di un cranio presentante l'osso parietale tripartito. (Dall'Arch. di Anat. e di Embriol. Vol. II, fasc. 3). Firenze, 1903. 8°.

ID. — Alberto von Kölliker. Torino, 1905. 8°.

ID. — Alcune osservazioni di fna anatomia nel campo del sistema nervoso periferico. (Dal Giorn. della R. Acc. di Med. di Torino, 1902, nn. 8, 9). s. l. ed a 8°.

ID. — Caso di sdoppiamento totale e simmetrico di un tratto del midollo spinale con canale vertebrale chiuso ed ipertricosi lombare. (Giorn. della R. Acc. di Medicina di Torino. Vol. VII, anno LXIV, fasc. 2°). Torino, 1901. 8°.

ID. — Contributo allo studio della forma e della disposizione dei villi intestinali. (Ist. di Anat. normale della R. Univ. di Torino). Torino, 1904. 8°.

FUSARI R. — Contributo allo studio delle terminazioni nervose nei muscoli striati di « Ammocoetes branchialis ». (Acc. R. delle Scienze di Torino, 1904-1905). Torino, 1905. 8°.

ID. — Giovanni Battista Laura. (Ann. della R. Univ. di Torino, 1901-1902). Torino, 1902. 8°.

ID. — Giulio Bizzozzero. (Abd. aus den Anat. Anzeiger, XIX, Band. 1901). Jena, 1901. 8°.

ID. — Présentation de préparations microscopiques démontrant les terminaisons nerveuses dans les muscles striés, dans l'épiderme et dans l'épithélium de la cavité buccale de l'*Ammocoetes branchialis*. (Ext. des Compt. rend. de l'Ass. des Anatomistes. 1^e Session. Lyon, 1901).

ID. — Sui fenomeni che si osservano nella mucosa del canale digerente durante lo sviluppo del feto umano. (Dall'Arch. per le Scienze Mediche. Vol. XXVIII, 1904). Torino, 1904. 8°.

ID. — Sulla divisione e sulle fessure marginali dell'osso parietale nella specie umana. (Arch. per le Scienze Mediche. Vol. XXVIII). Torino, 1904. 8°.

GARBASSO A. — Vorlesungen über theoretische Spektroskopie. Leipzig, 1906. 8°.

GOPPELSROEDER F. — Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse. Basel, 1906. 8°.

JACOB C. et FLUSIN G. — Étude sur le Glacier Noir et le Glacier Blanc dans le Massif du Pelvoux. (Ext. de l'Annuaire de la Soc. des Touristes du Dauphiné, n. 30, 1904). Grenoble, 1905. 8°.

JANET C. — Anatomie de la tête du *Lasius Niger*. Limoges, 1905. 8°.

JANET C. — Description du matériel d'une petite installation scientifique, 1^{re} Partie. Limoges, 1903. 8°.

ID. — Observations sur les Fourmis. Limoges, 1904. 8°.

KÖLLIKER A. — Die Entwicklung der Elemente des Nervensystems. (Sond. aus: « Zeitschrift für wissensch. Zoologie, LXXXII). Leipzig, 1905. 8°.

LEBON E. — Sur le nombre des nombres premiers de 1 à N. (Compt. rend. du Congrès des Soc. savantes en 1905. Sciences). Paris, 1905. 8°.

LEONARDI G. — Diagnosi di Cocciniglie nuove. (Dal « Redia », Vol. III, fasc. 1^o). Firenze, 1906. 8°.

ID. — Generi e specie di Diaspiti. Saggio di sistematica delle Fioriniae. (Dal « Redia », Vol. III, fasc. 1^o, 1905). Firenze, 1906. 8°.

LUSSANA S. — A proposito di uno studio recente sul calore specifico del gas. (Dal nuovo Cimento, S. V, Vol. X, sett. 1900). Pisa, 1905. 8°.

MELI R. — Sulla *Vola Planariae*, Simoni (Pecten), fossile nei terreni pliocenici e quaternari dei dintorni di Roma. (Sunto estr. dal Boll. della Società Zool. Ital., fasc. VII-VIII, S. 2^a, Vol. VI). Roma, 1905. 8°.

OSMONS H. (d') — Notice sur M. E. Lebon. (Les Arch. Biogr. contemporaines. Revue mens. ecc.). Paris, s. a. 8°.

PFLÜGER E. — Ob der Zucker im Harn durch Gährung mit Sicherheit nachgewiesen werden kann? (Physiol. Labor. in Bonn). Bonn, 1906. 8°.

ID. — Ueber die durch chirurgische Operationen angeblich bedingten Glykosurien. Bonn, 1906. 8°.

ROSENBUSCH H. — IV. Studien im Gneisgebirge des Schwarzwaldes. II. Die Kalksilikatfelse im Rench- und Kinzigtal. III. Die Kalksilikatfelse von der Fehren bei Neustadt i. Schw. (Sond. rabd. aus den Mitteil. d. Grossh. Bad. Geol. Landesanstalt. V. Bd. 1 Heft, 1905).

SAUVE A. — Filtro spettroscopico. (Estr. dalle Mem. della Soc. degli Spettroscopisti italiani. Vol. XXXI, 1902). Catania, s. a. 4°.

ID. — Spettroelioscopio. (Estr. dalle Memorie della Soc. degli Spettroscopisti italiani. Vol. XXXIII, 1904). Catania, s. a. 4°.

SILVESTRI F. — Contribuzioni alla conoscenza biologica degli Imenotteri parassiti. I. Biologia del *Litomastix truncatellus* (Dalm.) (2^a Nota preliminare). Portici, 1906. 8°.

V. C.